عالم المعرفة
سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

المستقبل

ستة محركات للتغيير العالمي

(الجزء الثاني)

تأليف: آل غور

ترجمة: د. عدنان جرجس





سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978
أسسها أحمد مشاري العدواني (1923-1990) ود. فؤاد زكريا (1927-2010)

المستقبل

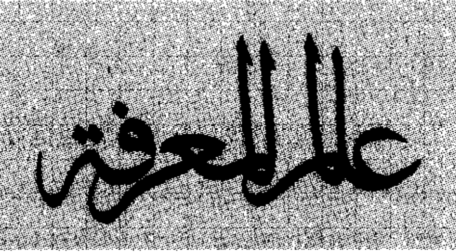
ستة محركات للتغيير العالمي
(الجزء الثاني)

تأليف: آل غور

ترجمة: د. عدنان جرجس



مايو 2015
424



سلسلة شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة
والفنون والآداب

ترسل الاقتراحات على العنوان التالي:
السيد الأمين العام
للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب
ص. ب: 28613 - الصفاة
الرمز البريدي 13147
دولة الكويت
تليفون: 22431704 (965)
فاكس: 22431229 (965)
www.kuwaitculture.org.kw

التنضيد والإخراج والتنفيذ
وحدة الإنتاج في المجلس الوطني

ISBN 978 - 99906 - 0 - 452 - 8

رقم الإيداع (2015/258)

العنوان الأصلي للكتاب

The Future

Six Drivers of Global Change

By

Al Gore

طُبع من هذا الكتاب ثلاثة وأربعون ألف نسخة

رجب 1436 هـ ـ مايو 2015

المواد المنشورة في هذه السلسلة تعبر
عن رأي كاتبها ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس

المحتوى

4

النمو

النمـو السريـع للحضـارة البشريـة - في تعـداد السـكان، وقـوة التكنولوجيا، وحجم الاقتصـاد العالمي - يتصـادم مع الاقتراب من حـدود منابع الموارد الطبيعية الرئيسـة التي تعتمـد عليهـا حيـاة مليارات البـشر، بما في ذلـك الأراضي الزراعية والميـاه العذبة. ويُضر هذا النمو أيضا بشـكل خطير سـلامة النظم الإيكولوجية الكونية الحاسمة. ومع ذلك، فإن «النمو»، بالطريقـة الغريبة والانهزامية التي نعرفه فيها، لايزال الهدف الأسـاسي والمهيمن تقريبـا على معظـم السياسـات الاقتصادية الوطنية والعالمية والخطـط التجارية لمعظم الشركات تقريبا.

تعتمد وسـيلتنا الرئيسـة لقيـاس النمو الاقتصـادي - الناتج المحـلي الإجماليGDP - على حسـابات عَبَثِيّة تستبعد تماما أي اعتبار لتوزيع الدخل، والاسـتنزاف الجامح للموارد

«السبب في تعذر التنبؤ بالذروة التـي سـيصل إليها عدد سـكان العالم، والسـبب في تفاوت معدل التقديـرات حـول ذلـك بنسـبة خمسـة مليارات نسمة، يعود إلى صعوبة التكهن أصلا بعدد الأطفال الـذي تفضل المرأة العادية إنجابه خلال العقود القليلة المقبلة»

الأساسية، والتفريغ الأرعن لكميات عجيبة من النفايات الضارة في الغلاف الجوي، والمحيطات، والأنهار، والتربة، والمحيط الحيويّ.

كان نمو الناتج المحلي الإجمالي يُستخدم للربط بين زيادة عدد الوظائف وحجم متوسط الدخل الفردي. خلال سنوات ما بعد الحرب العالمية الثانية، وعندما كان نموذج الرأسمالية الديموقراطية الأمريكي ينتشر، كان يعتقد عديد من الخبراء أن الناتج المحلي الإجمالي هو أبسط وأدق مقياس لمعرفة ما إذا كانت السياسة الاقتصادية تسير في الاتجاه الصحيح. ولكن حتى في ذلك الوقت، حذّر الخبير الاقتصادي الذي جاء بفكرة الناتج المحلي الإجمالي في العام 1937، سيمون كوزنتس، من أن ذلك يعتبر تبسيطا مبالغا فيه وخطيرا ضمنيا ومن شأنه أن يكون مضللا وعرضة «للوهم وسوء التقدير» لأنه لم يأخذ بعين الاعتبار «التوزيع الفردي للدخل» أو «مجموعة متنوعة من التكاليف التي يجب أن تؤخذ في الحسبان»[1].

في القرن الحادي والعشرين، ولا سيما منذ ظهور شركة الأرض، تدفع السياسات الرامية إلى تعظيم الناتج المحلي الإجمالي العالمي نحو مزيد من تركيز الثروة والسلطة، ومزيد من عدم المساواة في الدخل، ومعدلات مرتفعة للبطالة طويلة الأجل، ومزيد من الديون العامة والخاصة، ومزيد من عدم الاستقرار الاجتماعي والجيوسياسي، وتقلبات أكبر في الأسعار في السوق، ومزيد من التلوث، وما يشير إليه علماء الأحياء باسم «الانقراض الأعظم السادس». بعض هذه الآثار السلبية تُحسب في الواقع كنتائج إيجابية في التعريف الغريب في مضمونه للنمو الذي مازلنا نستخدمه كبوصلة نستدل بها. فالاتجاه الذي ستعطينا إياه هذه البوصلة يوصلنا مباشرة إلى شفير الهاوية.

يَعكُس فشل العالم الذريع في الاعتراف بالخطر المحدق بمستقبل الحضارة - وبمسار التغيير - غياب القيادة العالمية المنسجمة والخلل في توازن السلطة، مع هيمنة الضرورات الملحّة لشركة الأرض على عملية صنع القرار على حساب الديموقراطية التشاركية. على الرغم من أن نمو الناتج المحلي الإجمالي لم يعد يعمل على زيادة الازدهار أو خلق الشعور بالرفاهية لدى الشخص العادي، فإنه لايزال مرتبطا بدُخُول النُخَب.

الجمع بين شركة الأرض والعقل العالمي يزوِّد الآن النخب بالقدرة المعززة على اختلاق الموافقة على القرارات السياسية التي تخدم مصالحها بدلا من خدمة

المصلحـــة العامة - وتؤمن للشركات القدرة المعززة عــلى توليد الرغبات نحو زيادة اســتهلاك السلع والمنتجات المصنَّعة. والنتيجة هي ارتفاع مستويات الاستهلاك عند كل فرد، مع التأثير المتعاظم بسبب الزيادات المستمرة في تعداد السكان.

ســوف يزداد عدد أفراد الطبقة الوســطى العالمية بنسبة خيالية تصل إلى ثلاثة مليارات نســمة، وذلك في غضون الســنوات الســبع عشرة المقبلة فقط[2]. وعولمة الثقافة في التلفزيون والإنترنت تربط طموحاتهم نحو مســتويات معيشة لا تعكس المستويات الموجودة في البلدان المجاورة بعد الآن، وإنما تعكس المستويات المعيشية الســائدة في الدول الأكثر ثراء[3]. وهذا هو أحد الأســباب التي تقف وراء تجاوز نمو اســتهلاك الفرد من الطعام، والماء، واللحوم، والسلع، والسلع المصنَّعة، لمعدل النمو في عدد السكان في العالم[4].

شركــة الأرض - وتأثيرهــا في النظم الإيكولوجيــة ومخزون الموارد الأساســية - يقودهــما هذا الجمع بين تزايد عدد الســكان الهائل والارتفاع المتفاقم في معدلات الاســتهلاك لدى كل فرد. الأيديولوجية التي تُحرِّكها الإعلانات التجارية الســائدة في العقل العالمي تربط زيادة السعادة بزيادة الاستهلاك. وهذا بالطبع مفهوم خاطئ، تماما مثل المفهوم القائل بأن نمو الناتج المحلي الإجمالي سيجلب مزيدا من الازدهار.

النزعــة للخلط ما بين زيادة الاســتهلاك التجاري وزيادة الســعادة كانت هي موضوع الرســالة التي أرسلها توماس جيفرســون إلى جورج واشنطن في أوائل العام 1784: «يتحــول العالم برمتــه ليصبح تجاريا. فإن كان من الممكــن عمليا أن نبقي إمبراطوريتنــا الجديدة منفصلة عنهــم، يجدُر بنا أن نمعن التفكــير فيما إذا كانت التجارة تسهم في سعادة البشرية. ولكن لا يمكن أن نفصل أنفسنا عنهم. فالمواطنون لدينا تمتعوا بالمذاق الغني لوســائل الراحة التي تقدمها الفنون والمصنوعات لدرجة لا يمكن معها حرمانهم من الاستفادة منها»[5].

لن يُصاب جيفرســون بالدهشة من الأبحاث الكثيرة الأخيرة في أسباب السعادة، مــما يدل على أن الولايات المتحدة قد ضاعفــت الناتج الاقتصادي ثلاث مرات على مدار نصف القرن الماضي من دون تحقيق أي مكاسب تُذكر في سعادة عامة الناس أو في شعورهم بالرفاه[6]. جرى التوصل إلى نتائج مماثلة في بلدان أخرى ذات استهلاك عال. بعد تلبية الاحتياجات الأساســية، فإن الدخول العالية تؤدي إلى مكاسب على

صعيد السعادة إلى نقطة معينة فقط، لا يمكن بعدها لأي زيادة في الاستهلاك أن تعزز الشعور بالرفاه[7].

الأثر التراكمي لارتفاع نصيب الفرد من الاستهلاك، والنمو السكاني السريع، والهيمنة البشرية على كل النُظُم الإيكولوجية، وفرض التغيرات البيولوجية السائدة في جميع أنحاء العالم، ولّدت احتمالا حقيقيا للغاية، وفقا لدراسة أجراها اثنان وعشرون عالما بيولوجيا وبيئيا بارزا في العام 2012 في مجلة «الطبيعة»، بأن نصل قريبا إلى «نقطة تحوّل خطيرة على نطاق الكوكب»[8]. وفقا لأحد المؤلفين المشاركين في الدراسة، جيمس هـ. براون: «لقد خلقنا هذه الفقاعة الهائلة من السكان والاقتصاد. فإن كنت تحاول الحصول على بيانات جيدة وإجراء العملية الحسابية، فالأمر غير محتمل على الإطلاق. فإما أن يجري تفريغ الفقاعة من الهواء برفق، أو أنها ستنفجر»[9].

في الحكاية الرمزية للطفل الذي كان يطلق صيحات التحذير من خطر هجوم الذئب التي اتضح أنها كانت كاذبة، خلّفت نوعا من التساهل لدى الناس إلى درجة أنهم تجاهلوا صيحات التحذير بالخطر لاحقا التي كانت حقيقية في تلك المرة. التحذيرات السابقة من أن البشرية كانت على وشك أن تواجه قيودا قاسية على قدرتها على الاستمرار في تحقيق مزيد من النمو كانت غالبا ما تعتبر تحذيرات كاذبة: من تحذيرات توماس مالثوس حول النمو السكاني في نهاية القرن الثامن عشر إلى كتاب «حدود النمو» الذي نشرته في العام 1972 دونيلا ميدوز، وغيرهما.

نقاوم فكرة أنه قد تكون هناك حدود لمعدل النمو الذي تعودنا عليه - ويتمثل أحد أسباب ذلك في أن التكنولوجيات الجديدة مكنتنا في كثير من الأحيان من أن نصبح أكثر كفاءة في إنتاج الكثير بموارد أقل، واستبدال احتياطي الموارد الشحيحة بموارد جديدة. ومع ذلك، فإن بعض الموارد التي نعتمد عليها أكثر من أي شيء آخر، بما في ذلك التربة السطحية (وبعض العناصر الأساسية، مثل الفوسفور للأسمدة)، ليس لها بدائل وهي تمر بمرحلة نضوب.

ضغوط أكبر وقيود أوضح

في كل قارة، يضع السكان والاقتصاد مطالب جديدة لمزيد من الطعام، والمياه العذبة، والطاقة، والسلع بجميع أنواعها، والمنتجات المصنّعة. وما يدعو إلى القلق

أنــه عبر الســنوات العشر الماضية، كانــت هناك عدة مؤشرات تبــين أننا وصلنا إلى الحدود المادية الحقيقية لهذه الموارد.

ارتفعت أســعار المواد الغذائية العالمية بحدة لتصل إلى مستويات قياسية على الإطــلاق في العــام 2008 ومرة أخرى في العــام 2011[10]. في كل مرة، كانت تحدث أعمال شــغب واضطرابات سياسية في عدة بلدان بســبب غلاء المواد الغذائية[11]. الميــاه الجوفية المهمة في الطبقــات الصخرية المائية بدأت تنضب بمعدلات لا يمكن تحمّلها - لاســيما في شــمال الصين، والهند، وغرب الولايات المتحــدة الأمريكية[12]. مناســيب المياه الجوفية تنخفض في البلدان التي يعيش فيها 50 في المائة من سكان العالم[13]. تآكل التربة السطحية وفقدان خصوبة التربة التي لا يمكن تحمّلها تُنقص غلال المحاصيل الزراعية في العديد من مناطق زراعة المحاصيل الغذائية المهمة[14].

وقد ارتفعت أســعار جميع الســلع تقريبا في الاقتصاد العالمي في وقت واحد في الســنوات الإحدى عشرة الأخيرة[15]. بعد التراجع المســتمر طــوال القرن العشرين بمتوســط قدره 70 في المائة - مع التقلبات المتوقعة في فترة الكســاد الأعظم، وفترة الكســاد ما بعد الحرب العالمية الأولى، والحربين العالميتين، وصدمات أسعار النفط في العامين 1973 و1979، كل تلك التخفيضات في الأســعار ذهبت أدراج الرياح مع الزيادات في الأسعار التي حصلت بين عامي 2002 و2012 - وهي زيادات أكبر من تلك التي رافقت الحرب العالمية الأولى أو الثانية[16].

من بين السلع التي ارتفعت أسعارها بسرعة أكبر من غيرها رِكاز الحديد، والنحاس، والفحــم الحجري، والــذرة والفضة، والــذرة البيضاء (السَّرغــوم)، والبالاْديوم (العنصر السادس والأربعون)، والمطاط، وبذور الكتان، وزيت النخيل، وفول الصويا، وزيت جوز الهند، والنيكل. حذّر أحد المســتثمرين النافذين، جيرمي غرانثام، من أن تنامي الطلب على السلع سيولّد خطر وصولنا قريبا إلى حدود «الذروة في كل شيء»[17].

ســبب هذه الزيادات المستمرة في غلاء الأســعار هو زيادة الطلب التي تعكس زيــادة عدد الســكان، والأهم من ذلك، أنهــا تعكس الارتفاع الحاد في مســتويات الاستهلاك للفرد الواحد. وقد ثبتت صحة ذلك لاسيما في الصين والاقتصادات الناشئة الأخرى التي كانت معدلات نموها (منذ منتصف تسعينيات القرن العشرين) أسرع بثــلاث مرات على الأقل من تلك الموجــودة في العالم الصناعي[18]. الصين، على وجه

الخصوص، تستهلك الآن أكثر من نصف الإسمنت في العالم، وما يقرب من نصف مجموع رِكاز الحديد في العالم، والفحم، وحديد الزّهر (الصب)، والصُلب (الفولاذ)، والرصاص - ونحو 40 في المائة[19] من الألمنيوم والنحاس.

تقوم الصين حاليا بتصنيع ما يقرب من ربع منتوج العالم السنوي من السيارات[20]. أكبر الشركات المصنّعة للسيارات في الولايات المتحدة، وهي شركة جنرال موتورز، تبيع الآن سيارات في الصين أكثر مما تبيع في البلد الأم[21]. في السنوات الأربعين الماضية، تضاعف عدد السيارات والشاحنات الموجودة في العالم أربع مرات من 250 مليون عربة إلى أكثر بقليل من مليار في العام 2013[22]. ومن المتوقع أن يتضاعف عدد السيارات والشاحنات في العالم مرة أخرى في الأعوام الثلاثين المقبلة[23] - مما سيؤدي إلى استهلاك غير مسبوق للنفط. إنتاج السيارات في البلدان النامية والاقتصادات الناشئة سوف يتجاوز الإنتاج في البلدان المتقدمة بحلول العام 2015، وحجم مبيعات السيارات في البلدان نفسها سوف يتجاوز حجم المبيعات في الاقتصادات المتقدمة بحلول العام 2020، وذلك وفقا لوكالة الطاقة الدولية (IEA)، التي وجدت أيضا أن «كل النمو الصافي[24] [في سيناريو وكالة الطاقة الدولية، الذي يفترض أنه ستوضع السياسات الجديدة المقترحة للحد من الانبعاثات حيز التنفيذ] يأتي من قطاع النقل في الاقتصادات الناشئة».

في غضون العامين الماضيين، كانت هناك بعض المؤشرات على أن مستويات الاستهلاك في الولايات المتحدة الأمريكية - التي لاتزال الأعلى في العالم - وفي غيرها من البلدان المتقدمة قد تتباطأ، وفي بعض الحالات قد تبلغ ذروتها[25]. يعتقد بعض المتفائلين أنه نتيجة لذلك، فإن المخاوف إزاء استمرار معدلات النمو المرتفعة قد تكون مخاوف مبالغا فيها. ومع ذلك، حتى إن تراجع استهلاك المليار نسمة الذين يعيشون في البلدان المتقدمة، فمن المؤكد أنه لايزال بعيدا عن التحقق بالنسبة إلى ما يخص المليارات الستة الأخرى. إذا ما استمرت بقية دول العالم في شراء السيارات والشاحنات بالمعدل نفسه للفرد الواحد، كما هي الحال في الولايات المتحدة، فإن حجم السيارات والشاحنات الموجودة في العالم سيصل إلى 5.5 مليار مركبة[26]. التلوث الناجم عن الاحترار العالمي واستهلاك النفط سوف يزداد إلى درجة تتجاوز المستويات الحالية التي لا تُطاق. ومع تزايد عدد السكان وارتفاع

مستويات المعيشة في البلدان النامية، سيستمر الضغط على الموارد المحدودة، حتى إن خفَّضت الاستعانة الخارجية بالعمالة والروبوتات من الطلب الاقتصادي الكلي في البلدان المتقدمة.

تقريبا في الفترة نفسها التي نُشر فيها كتاب «حدود النمو»، كان إنتاج النفط في الولايات المتحدة قد تجاوز معدلات الذروة. قبل ذلك بسنوات، جمع عالم جيولوجي مرموق، وهو مارلون كينغ هوبرت، بيانات ضخمة على إنتاج النفط في الولايات المتحدة، وقدَّر أنه بلوغ الذروة الثابتة سيتحقق بعد فترة وجيزة من حلول العام 1970. على الرغم من أن توقعاته رُفضت على نطاق واسع، تحققت ذروة الإنتاج في الوقت الذي توقع حدوثها فيه بالضبط. لقد أحرزت تقنيات تنقيب وحفر واستخلاص النفط تقدما ملموسا منذ ذلك الحين، وقد يرتفع إنتاج النفط في الولايات المتحدة قريبا ليصل إلى درجة أعلى بقليل من ذروة العام 1970[27]، ولكن الإمدادات الجديدة ذات تكلفة أكبر بكثير من السابق.

تحوَّل ميزان القوى الجيوسياسية بشكل طفيف بعد المرحلة المهمة للعام 1970. بعد أقل من سنة من إنتاج النفط ذروته في الولايات المتحدة، بدأت منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) في استعراض عضلاتها، وبعد ذلك بعامين، في خريف العام 1973، فرضت الدول العربية الأعضاء في منظمة أوبك أول حظر على تصدير النفط[28]. ومنذ تلك السنوات المضطربة عندما وصل إنتاج النفط إلى ذروته في الولايات المتحدة، وتضاعف استهلاك الطاقة في جميع أنحاء العالم، ومعدلات النمو في الصين وغيرها من الأسواق الناشئة تُنذر بمزيد من الارتفاع الخطير[29].

على الرغم من تراجع استخدام الفحم الحجري في الولايات المتحدة، وتوقف عمل محطات التوليد التي تسيِّر بالفحم بشكل تدريجي في الكثير من البلدان المتقدمة الأخرى كذلك، ازدادت واردات الصين من الفحم الحجري بالفعل[30] حتى وصلت إلى 60 ضعفا على مدى العقد الماضي - وسوف تتضاعف مرة أخرى بحلول العام 2015[31]. حرق الفحم في معظم بقية العالم النامي يتواصل أيضا ويزداد بشكل ملموس. ووفق وكالة الطاقة الدولية، سوف تستأثر الأسواق النامية والناشئة بكل صافي الزيادة العالمية من استهلاك الفحم والنفط على مدار العقدين المقبلين من الزمن[32].

التنبؤ بذروة النفط العالمية هو أمر مثير للجدل، وذلك يعود بشكل كبير إلى عدم اليقين حول حجم الاحتياطيات التي لم تكتشف بعد في أعماق قاع المحيط في المناطق التي يتعذّر الوصول إليها، والمصادر غير التقليدية كتلك الموجودة في رمال القطران غير النظيفة بشكل استثنائي في كندا، والنفط الثقيل الغني بالكربون في فنزويلا، وموارد النفط المحدودة التي اكتُشفت في تشكيلات الصخور الزيتية القاريّة العميقة. يتوقع بعض الخبراء أن يجري قريبا إنتاج أكبر احتياطيات نفطية جديدة في الولايات المتحدة باستخدام ذات تقنيات التكسير الهيدرولي الغزيرة بالمياه (التي تسمى بشكل شائع بعملية التكسير Fracking) - المترافقة مع عمليات الحفر الأفقي - التي تُستخدم للاستفادة من الوفرة المكتشفة حديثا من غاز الصخر الزيتي العميق[33]. لكن حتى إن ازدادت الاحتياطيات النفطية بشكل ملموس، فإن الطلب العالمي ينمو بشكل أسرع - وفي أي حال من الأحوال، لا يمكن لأي حضارة عقلانية أن تضيف مزيدا من غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 إلى الغلاف الجوي المُشبع به بشكل كبير فعليا.

عند المستويات الحالية للنمو[34]، من المتوقع الآن أن يتطلب الاقتصاد العالمي 23.5 في المائة زيادة في استهلاك النفط في أقل من خمسة وعشرين عاما - حتى إن وصلت النفقة الحديّة لزيادة الاحتياطيات إلى مستويات قياسية أعلى من أي وقت مضى، وحتى مع عدم الاستقرار السياسي في أكبر منطقة منتجة للنفط في العالم الذي يُهدد بنشوب الحروب والثورات وتعطل خطوط الإمداد.

يبدو في الواقع أن إنتاج النفط العالمي من الآبار التقليدية على الأرض قد وصل إلى ذروته قبل أكثر من ثلاثين عاما[35]. وكان نمو إنتاج النفط منذ العام 1982 من أكثر المصادر البرية[36] غير التقليدية تكلفة، وخاصة تلك البعيدة عن الشاطئ، حيث يكون الإنتاج في آبار تقع في أعماق البحار وتكون محفوفة بالمخاطر – مثل بئر ديبْ ووتَر هورازيون (ماكوندو) التابع لشركة النفط والغاز البريطانية BP الواقع في خليج المكسيك. الآن، يجري نشر تكنولوجيا الحفر نفسها في المياه العميقة المعرَّضة للحوادث من دون مبالاة في المحيط المتجمد الشمالي القاسي والهش بيئيا[37]. ومع الأسف، فإن شركات النفط تمارس ضغوطا سياسية كبيرة لإنتاج النفط من رمال القطران الغنية بالكربون بشكل استثنائي، الأمر الذي سيجعل مشكلة الاحترار العالمي أسوأ بكثير مما هي عليه الآن.

تُنْتِجُ الاحتياطيات المتوقعة في هذه المصادر غير النظيفة، إضافة إلى الاحتياطيات العميقـة تحت قـاع المحيط، نفطا أغلى بكثير مما كان متوافرا في العالم سـابقا[38]. حتـى إن لم نصل إلى ذروة إنتاج النفط العالمية في المسـتقبل القريب، فمن المرجح أن تظـل الأسـعار التي ندفعهـا لقاء الحصول عـلى النفط أعلى بشـكل دائم من تلك الأسـعار التي تعودناها خلال القرن ونصف القرن الذي اسـتمتعنا على مداره باستغلال احتياطيات النفط الأرخص سعرا والأسهل في الاستخلاص.

وقد كان لأسعار النفط العالية هذه تأثير كبير بالفعل على أسعار المواد الغذائية لأن الزراعـة الصناعية الحديثة تسـتهلك كميات هائلة من وقـود الديزل للتنقل، ومن غاز الميثان المحبوس بشـكل رديء لنسـبة 90 في المائة من تكاليف الأسـمدة التي تستخدمها[39]. وفقا للمؤلف والأستاذ في جامعة بيركلي مايكل بولان: «يتطلب إنتـاج سـعرة حرارية واحدة من الطعام أكثر من سـعرة واحدة مـن طاقة الوقود الأحفوري»[40]. ولا عجب من أن يواصل الطلب على كل من النفط والمواد الغذائية ارتفاعه الحاد، لاسيما في الاقتصادات الناشئة سريعة النمو. تأثير ارتفاع أسعار المواد الغذائيـة هو أعمق إلى حد كبير في البلـدان النامية، حيث تنفق الأسر ذات الدخل المحدود ما بين 50 و70 في المائة من دخلها على المواد الغذائية[41].

على الرغم من الزيادات المؤثِّرة في إنتاج المواد الغذائية في نصف القرن الماضي، وعـلى الرغم من التحذيرات السـابقة لأوانها في القرون الماضية بأن الإنسـانية قد بلغت الحدود القصوى في قدرتها على توفير مزيد من الغذاء لمزيد من الناس، يُجْمِعُ العديد من الخبراء تقريبا في الإشارة إلى التهديدات العديدة التي تواجه قدرة العالم على توسيع احتياطيات المواد الغذائية:

- تآكل التربـة الخصبة للأراضي الزراعية بمعدلات غير مُسـتدامة؛ فخسـارة كل شـبر من التربة الخصبة تؤدي إلى إنقاص منتوج الحبوب بنسبة 6 في المائة[42]؛
- فقـدان خصوبة التربـة؛ كل تخفيض للـمادة العضوية في التربة بنسـبة 50 في المائـة يقلـل الكثير من غـلال المحاصيل بنسـبة 25 في المائة[43]؛
- زيادة تصحُّر المراعي[44]؛

• زيـادة التنافس على المياه الزراعية من المدن والصناعة، علما أنه من المتوقع أن تحتاج الزراعة إلى زيادة قدرها 45 في المائة من المياه[45] بحلول العام 2030؛

• تباطؤ معدل مكاسـب الإنتاجية الزراعية منذ الثورة الخضراء في النصف الثاني من القرن العشرين - من 3.5 في المائة سـنويا قبل ثلاثة عقود إلى ما يفوق الواحد في المائة بقليل[46] الآن؛

• زيادة مقاومة الآفات والأعشاب الضارة وأمراض النباتات للمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب، والمواد الكيميائية الزراعية الأخرى؛

• فقـدان كمية كبيرة من التنوع الجيني النبـاتي المتبقي في العالم؛ فقد فُقد بالفعل ما يقارب ثلاثة أرباع التنوع الجيني النباتي برمته[47]؛

• ثمـة خطـر متزايد من حظر التصدير من كبـار الشركات المنتجة لمواجهة ارتفاع الأسـعار المحليـة الخاصة بها؛ وفقـا لمجلس العلاقات الخارجيـة، تظهر بيانات برنامج الغذاء العالمي التابع للأمم المتحدة أن «أكثر من أربعين دولة فرضت في العام 2008 شـكلا من أشـكال حظر التصدير في مسعى منها لزيادة الأمن الغذائي المحلي»[48]؛

• أنمـاط غير طبيعية ويصعب التنبؤ بها لهطـول الأمطار المرتبطة بظاهرة الاحترار العالمي - التي تؤدي إلى هطول أمطار أكثر غزارة ولكن بوتيرة أقل[49]، والتي تقطع الفترات الأطول من الجفاف الأعمق؛

• التأثير الوشيك لموجة الحر الكارثية على المحاصيل الغذائية المهمة التـي لا يمكـن أن تنجو في ظل ارتفاع درجة الحـرارة العالمية المتوقعة بمعـدل 6 درجات مئوية (11 درجـة فهرنهايت)؛ يتوقع الخبراء أن كل ارتفاع في الحرارة بنسـبة درجة مئوية واحدة يسـبب تراجعا في إنتاج المحاصيل الزراعية قدره 10 في المائة[50]؛

• تزايد اسـتهلاك المواد الغذائية، المدفوع من جانب كل من النمو السكاني، نمو نصيب الفرد من الاستهلاك، والتفضيل العالمي المتزايد على الاستهلاك الكثيف لمورد اللحوم[51]؛

• تحويـل مزيد مـن الأراضي الزراعية من المحاصيـل الغذائية إلى المحاصيل المناسبة للوقود الحيوي[52]؛

• تبديل الأراضي الزراعية بالتوسُّع العمراني للمدينة والضواحي[53].

نحن نعلم مسبقا أن النقص الحاد في المواد الغذائية، والأراضي الخصبة، والمياه العذبة في البلدان ذات الكثافة السكانية المتزايدة يمكن أن يؤدي إلى انهيار كامل للنظام الاجتماعي وزيادة حادة في العنف. وقد أظهرت الدراسات بشكل قاطع أن هذا المزيج القاتل كان أحد الأسباب الرئيسة في فترة السنوات التي أدت إلى عمليات الإبادة الجماعية التي دامت 100 يوم في رواندا في العام 1994، التي كانت في ذلك الوقت واحدة من البلدان الخمسة الأعلى في العالم بالنسبة إلى معدلات النمو السكاني، مع 67 في المائة من شعبها تحت سن الرابعة والعشرين[54].

جاريد دياموند، مؤلف كتاب «الانهيار: كيف تختار المجتمعات الفشل أو النجاح»، كتب قائلا «رواندا الحديثة تمثل حالة تثبت فيها صحة نظرية «العالم ورجل الدين الإنجليزي» مالثوس في أسوأ سيناريو لها... المشاكل الحادة الناجمة عن التضخم السكاني، والأثر البيئي، وتغير المناخ لا يمكن أن تستمر إلى أجل غير مسمى: فمن المرجح عاجلا أم آجلا أن تقوم هذه المشاكل بحل نفسها بنفسها، سواء على الطريقة الرواندية أو بطريقة أخرى ليست من ابتكارنا، إذا لم ننجح في إيجاد حلول لها بأنفسنا»[55].

يخشى العديد من الخبراء الآن من خطر اصطدام العديد من البلدان الكبيرة المنتجة للغذاء - ومن بينها الصين والهند - بحائط مسدود[56]. وإن حدث ذلك فعلا، فإن النقص العالمي في المواد الغذائية وارتفاع الأسعار يمكن أن يكون كارثيا. في ولاية غوجارات، في الهند، ذكر رئيس محطة المياه الجوفية التابعة لمعهد إدارة المياه الدولي، توشار شاه، أزمة المياه الوشيكة في منطقته، إذ قال «عندما ينفجر البالون، ستعم فوضى غير مسبوقة[57] معظم أرجاء المناطق الريفية في الهند».

الهند لن تكون الوحيدة. على سبيل المثال، النمو السكاني السريع والاستغلال المفرط الكلِّي للتربة، والمياه، وغيرهما من الموارد الطبيعية ستسهم في نشوء الفوضى وزيادة التطرف في اليمن. ستتدفق مياه الصنابير في العاصمة صنعاء ليوم واحد فقط من كل أربعة أيام[58]. وأحد أسباب ذلك هو نقص المياه وتآكل التربة، وقد تراجع محصول الحبوب أكثر من 30 في المائة في العقود الأربعة الماضية[59]. اليمن أصبحت، على حد قول ليستر براون، رئيس معهد سياسة الأرض: «في حالة عَجْز هيدرولوجي»[60].

نمو المدن

الإخفاق الجماعي في الرؤية الثاقبة للعواقب المستقبلية المرجحة من واقع الحقائق الناشئة بخطوط اتجاه قابلة للقياس بسهولة يعكس أيضا أحد مكامن الضعف المعروفة لدى الإنسان عندما نحاول التفكير في المستقبل. لقد أثبت علماء الأعصاب وعلماء الاقتصاد السلوكي أن لدينا نحن البشر نوعا من الخلل في الدماغ عندما يتعلق الأمر باتخاذ الخيارات في الوقت الحاضر التي تتطلب تقييما للمستقبل. المصطلح العبقري لهذا الخلل في تفكيرنا هو «الإسقاط الاجتماعي من الحساب» - الذي يعني ببساطة أننا ميّالون بشكل خطير إلى التقليل الحاد من شأن الآثار المستقبلية للخيارات[61] التي نتخذها الآن.هذا الضعف يشكّل مشكلة أكبر لنا عندما تكون التغييرات الخاصة التي يتعين تقييمها جزءا من نمط التغيير الأسّي - وهو ذلك النوع من التغيير الشائع في عصر شركة الأرض والعقل العالمي - لأننا نشعر بالارتياح أكثر عندما نعتبر أن التغيير هو عملية خطّية بطيئة. هناك تغير أسّي على وجه الخصوص نشأ عبر الأجيال العديدة الأخيرة ولكننا لم ندرك آثاره السلبية إلا ببطء شديد: وهو التغيير في تعداد السكان العالمي.

خلال القرن الماضي وحده، تضاعف عدد سكان العالم أربع مرات. ومن هذا المنظور، استغرق الأمر 200 ألف سنة ليصل عدد جنسنا البشري إلى حد المليار نسمة، بيد أننا زدنا عدد السكان بالقدر نفسه في غضون السنوات الثلاث عشرة الأولى من هذا القرن. في السنوات الثلاث عشرة المقبلة، سوف نضيف مليارا آخر، ومليارا آخر أيضا بعد أربعة عشر عاما - ليصل العدد الكلي إلى تسعة مليارات نسمة بحلول منتصف هذا القرن. ففي غضون سبعة وثلاثين عاما فقط، سوف ينمو عدد السكان إلى رقم يساوي مجموع تعداد سكان العالم في بداية الحرب العالمية الثانية. وأكثر من 95 في المائة من الإضافات الجديدة في عدد السكان سيكون في البلدان النامية[62].

وعلاوة على ذلك، فإن نسبة 100 في المائة من صافي هذه الزيادة الضخمة في عدد سكان العالم ستحدث في المدن[63]، مع أكبر الزيادات في المدن الكبيرة. وبشكل عام، سيتجاوز عدد قاطني المدن في العالم المجموع الكلي للسكان الذي كان في بداية تسعينيات القرن العشرين[64]. في الواقع، لقد زاد عدد سكان المدن الكبرى سابقا بمقدار عشرة أضعاف على مدى السنوات الأربعين الماضية[65]. في هذه الفترة من التحضّر

المفرط، سوف تشهد المدن التي يقل عدد سكانها عن مليون نسمة انخفاضا في حصتها من تعداد سكان المناطق الحضرية في العالم[66]. وهذا هو الاتجاه الجديد الذي أدهش خبراء السكان، الذين لاحظوا أن ذلك هو انعكاس لأنماط التحضُّر الماضية.

هذا التحول التاريخي للحضارة الإنسانية من نمط يغلب عليه الطابع الريفي إلى نمط يغلب عليه الطابع الحضري له مضاعفات مهمة على تنظيم المجتمع والاقتصاد. وهـذا الاتجاه هو مـن القوة بمكان بحيث إنـه حتى مع الزيـادة الهائلة في عدد السـكان الكلي الجارية الآن، فإن تعداد سـكان الريف قد اسـتقر، ومن المتوقع أن ينخفض بشكل ملحوظ ابتداء من العقد المقبل.

مـرة أخرى، ولوضع الأمور في نصابها: على مـدار جميع الألفيات العشر تقريبا منـذ أن بُنيَت أولى المدن، لم يعش في المناطق الحضرية أكثر من 10 إلى 12 في المائة من السـكان[67]. في القرن التاسع عشر، بدأت الثورة الصناعية بزيادة عدد السكان في المناطق الحضرية، ولكن النسـبة كانت لاتـزال 13 في المائة فقط في بداية القرن العشرين[68]. بحلول عام 1950، ما يقرب من ثلث العالم أصبح يعيش في المدن[69]، واعتبـارا من عـام 2011، ولأول مرة، أكثر من نصف البـشر أصبح يعيش في المدن. وبالفعل، فإن أكثر من 78 في المائة من الناس في البلدان المتقدمة يعيشون في المدن، وبحلـول عام 2050 من المتوقع أن يرتفع هذا العدد إلى 86 في المائة، مع وجود 64 في المائة من السكان يعيشون في المدن في البلدان الأقل تقدما[70].

قبل أربعين عاما، كان يقطن في اثنتين فقط من مدن العالم، نيويورك وطوكيو، 10 ملايين نسـمة؛ في عام 2013، سـيكون هناك 23 مدينة يقطنها عدد سـكان يفوق هذا الرقم[71]. وبحلول عام 2025، سـتتمدد سبع وثلاثون من هذه المدن الضخمة في جميع أنحاء الكـرة الأرضية[72]. هذا الحجم الجغرافي المطلق للمدن وتوسـعها السريع إلى المناطق الريفية المحيطة بها التي كانت في الأسـاس أراضي زراعية يشـكل أيضا تحديا في العديد من الـدول. الزحف العمراني للمدن يتزايد بسرعة أكبر من تزايد عدد السـكان - مع زيادة متوقعة ستصل إلى 175 في المائة بين عامي 2000 و2030[73].

المدينـة الأسرع نموا بين المـدن الضخمة الجديدة هي مدينـة لاغوس، في نيجيريا، التي سـوف تنمو من 11 مليونا اليوم إلى ما دون 19 مليونا بقليل في العام 2025[74].

كل المدن الخمسة الأسرع نموا في العالم هي مدن تقع في البلدان النامية. وهذه المدن الأخرى، إضافة إلى لاغوس، هي داكا في بنغلاديش؛ وشِينْجِينْ في الصين؛ وكراتشي في باكستان؛ ودلهي في الهند - التي من المتوقع أن يكون عدد سكانها ما يقرب من 33 مليون نسمة بحلول عام 2025[75]. أكبر المدن الضخمة اليوم، وهي طوكيو، يقطنها أكثر من 37 مليون نسمة، ويتوقع أن ينمو هذا العدد ليصل إلى 38.7 مليون نسمة بحلول عام 2025. وبحلول عام 2050، فإن ما يقارب 70 في المائة من سكان العالم سيكونون من قاطني المدن[76].

أحد التحديات التي يخلقها التحضُّر المفرط يكمن في مدى قدرة الحكومات البلدية على توفير السكن اللائق، والمياه العذبة، والصرف الصحي، وغيرها من الاحتياجات الأساسية. يعيش أكثر من مليار نسمة في العالم في الأحياء الفقيرة اليوم، أي ما يقرب من واحد من بين كل ثلاثة سكان في المدن[77]. ومن دون إحداث تغييرات ملموسة في السياسة والحكم، من المتوقع أن يتضاعف عدد سكان الأحياء الفقيرة ليصل إلى ملياري نسمة في غضون السنوات السبع عشرة المقبلة[78]. عدد سكان المدن الفقراء – المحددين بأولئك الذين يعيشون على 1.25 دولار أو أقل في اليوم - ينمو بمعدل أسرع حتى من معدل النمو الحضري الكلي[79].

أغلبية الناس الذين ينتقلون إلى المدن - لاسيما في البلدان النامية - يفعلون ذلك من أجل الحصول على دخل أعلى[80]. على الرغم من استمرار تزايد التفاوت في الدخل في معظم البلدان، وعلى مقياس عالمي، كان هناك في الوقت ذاته انتقال تاريخي للشعوب من الطبقة الفقيرة إلى الطبقة المتوسطة - لاسيما في آسيا[81]. وسوف تقطن الأغلبية العظمى من الطبقة الوسطى العالمية المتنامية في المدن[82].

وبالفعل، فإن أكثر من 80 في المائة من الإنتاج العالمي يحصل في المدن[83]. الانبعاثات الكربونية التي يسببها كل فرد من البشر الذين يعيشون في المدن هي أقل من تلك التي يسببها البشر الذين يعيشون في الضواحي، ولكن على الرغم من الكفاءة المحسنّة للمدن في استخدام الموارد، فإن معدلات الاستهلاك الإجمالية للفرد الواحد في المدن هي أعلى بشكل ملموس من المعدلات في المناطق الريفية[84] - وذلك يعود بشكل أساسي إلى ارتفاع معدلات الدخل.

في السنوات الثلاثين الماضية فقط، تضاعف استهلاك الفرد الواحد من اللحوم[85] في البلدان النامية، فيما ارتفع اســتهلاك البيض خمســة أضعــاف. إن تأثير الارتفاع الشــديد في اســتهلاك اللحوم على التربة الســطحية، وإزالة الغابات، وموارد المياه العذبة - وإنتاجها لتلوث الاحترار العالمي وأمراض القلب والأوعية الدموية - يتعاظم بفعل عامل آخر أيضا: يتم اســتهلاك تسعة كيلوغرامات من البروتينات النباتية[86] في إنتاج كيلوغرام واحد من بروتين اللحوم.

الجوع والبدانة

يولّــد التغيير في النظام الغذائي في جميع أنحــاء العالم أيضا وباء البدانة العالمي - وفي أعقابــه وباء داء الســكري العالمي - على الرغم مــن أن أكثر من 900 مليون شــخص في العالم[87] لايزالون يعانون الجوع المزمن. في الولايات المتحدة الأمريكية، حيــث تبدأ العديد مــن الاتجاهات العالمية، ازداد متوســط وزن المواطن الأمريكي بنحو عشرين رطلا في الســنوات الأربعين الأخيرة[88]. تتوقع دراسة حديثة أن نصف السكان البالغين في الولايات المتحدة سيعانون السمنة بحلول العام 2030، وسيعاني ربع هؤلاء «السمنة المفرطة»[89].

في الوقــت الذي لايزال فيه الجوع وســوء التغذية مســتمرين بمســتويات غير مقبولة في مجملها في البلدان الفقيرة في جميع أنحاء العالم (وفي بعض الجيوب داخل البلــدان المتقدمــة)، لم يلحظ البعض المفارقة في أن الســمنة في الوقت ذاته بلغت مستويات قياسية في البلدان المتقدمة وهي في ازدياد في العديد من البلدان النامية.

كيف يمكن أن يحصل هذا الأمر؟ حسنا، بادئ ذي بدء، من المشجع أن نرى أن المجتمــع الدولي يعمل ببطء ولكن بثبات على تخفيض عــدد الناس الذين يعانون الجوع المزمن[90].

ثانيا، وانطلاقا من قاعدة عالمية، وصلت الســمنة إلى أكثر من الضعف في السنوات الثلاثين الماضية[91]. ووفقا لمنظمة الصحة العالمية، نحو 1.5 مليار من البالغين فوق سن العشرين هم من أصحاب الوزن الزائد، وأكثر من ثلث هؤلاء يصنفون بأنهم بدناء[92]. ثلثا ســكان العالم يعيشــون الآن في البلدان التي يتوفى فيها معظم الناس بســبب أمور تتعلق بالسمنة وزيادة الوزن أكثر مما يتوفون بسبب أمور تتعلق بنقص الوزن[93].

تمثل البدانة أحد العوامل الرئيسة الخطيرة وأحد الأسباب الرئيسة للوفاة في العالم - أمراض القلب والأوعية الدموية، وفي مقدمتها أمراض القلب والسكتة الدماغية - وهي عامل خطر رئيس لداء السكري، الذي أصبح الآن المرض الوبائي العالمي الأول الذي يتعلق بالأمراض غير السارية(*). الكبار المصابون بداء السكري هم أكثر عرضة على الأرجح ما بين 2 إلى 4 مرات للإصابة بمرض القلب أو السكتة الدماغية، وما يقارب ثلثي أولئك الذين يعانون مرض السكري يموتون إما بسبب السكتة الدماغية أو مرض القلب(**)(94).

الزيادة المأساوية في السمنة بين الأطفال هي أمر مثير للقلق على نحو خاص. يُعاني ما يقرب من 17 في المائة من أطفال الولايات المتحدة السمنة المفرطة هذه الأيام(95)، وكذلك ما يقرب من 7 في المائة من جميع الأطفال في العالم(96). تشير إحدى الدراسات القيِّمة إلى أن 77 في المائة من الأطفال البدناء سوف يعانون السمنة عندما يصبحون بالغين. إذا كان هناك أي أخبار جيدة في آخر الإحصاءات، فهو أن معدل انتشار السمنة في الولايات المتحدة يبدو أنه قد وصل إلى مرحلة استقرار نسبية، علما أن الزيادة في البدانة في مرحلة الطفولة تؤكد أن الوباء سيستمر في النمو في المستقبل، في كل من الولايات المتحدة والعالم على حد سواء(97).

أسباب هذه الزيادة في البدانة بسيطة، أولا - لأن الناس يفرطون في تناول الطعام ولا يمارسون التمارين الرياضية إلا قليلا - وهي أيضا أسباب معقّدة، وذلك لأن تصنيع وتسويق المنتجات الغذائية قد تغيرا بشكل كبير. قام الدكتور ديفيد كيسلر، الرئيس السابق لإدارة الغذاء والدواء الأمريكية، بإجراء توثيق على نطاق واسع حول الطريقة التي تقوم بها الشركات المصنِّعة للمواد الغذائية والمطاعم وسلاسل مطاعم الوجبات

(*) على الأقل، إنها غير معدية بواسطة نقل المُمرِضات من شخص إلى آخر؛ تظهر الأبحاث أنها معدية اجتماعيا في الأسر، والمجتمعات، والدول التي يكون فيها بين الناس الذين تلتقيهم عادة الكثير من البدناء وأصحاب الوزن الزائد.

(**) البدانة هي أيضا عامل خطر رئيس لالتهاب العظام والمفاصل والاضطرابات العضلية الهيكلية الأخرى، وبعض أنواع السرطان - وخاصة سرطان القولون، وسرطان الثدي وبطانة الرحم - والفشل الكلوي. ويقدِّر خبراء الصحة أن تكلفة علاج هذه الأمراض المرتبطة بالبدانة يستهلك ما يقرب من 10 الى 20 في المائة من الإنفاق على الرعاية الصحية في الولايات المتحدة كل عام. وعالميا، ما يقرب من 6.4 في المائة من السكان البالغين في العالم مصابون الآن بداء السكري، ومن المتوقع حسب منظمة الصحة العالمية أن ترتفع هذه النسبة إلى 7.8 في المائة في السنوات السبع عشرة المقبلة، لتصل إلى إجمالي قدره 438 مليونا - أكثر من 70 في المائة منهم يعيشون في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط.

السريعة بعناية في مزج الدهون والسكر والملح بنسب دقيقة تصل إلى «درجة الاستساغة في الأكل» - وهذا يعني أنها تحرض أنظمة الدماغ التي تزيد من الرغبة في تناول مزيد من الطعام[98]، حتى بعد أن تكون معدتنا ممتلئة. ومن منظور عالمي، فقد وجدت منظمة الصحة العالمية نمطا من الاستهلاك الزائد «للأغذية الغنية بالطاقة التي تحتوي على نسبة عالية من الدهون والملح والسكريات لكنها منخفضة في نسبة الفيتامينات والمعادن والمغذيات الدقيقة الأخرى»[99].

كما عمل التحضُّر المفرط على فصل الناس عن المصادر الموثوقة للفواكه الطازجة والخضار[100]. السعرات الحرارية الجيدة الموجودة في الفواكه والخضراوات تكلف الآن عشرة أضعاف ما تكلفه السعرات الحرارية لكل غرام واحد في الحلويات والأطعمة الغنية بالمواد النشوية[101]. في تقرير لكلية جونز هوبكنز بلومبرغ للصحة العامة، قام أريل تروب بتوثيق الزيادة التي طرأت على أسعار الفواكه والخضراوات الطازجة بين عامي 1985 و2000 وقد وصلت إلى نسبة 40 في المائة، في حين انخفضت أسعار المواد الدسمة بنسبة 15 في المائة، والمشروبات الغازية الغنية بالسكر بنسبة 25 في المائة[102]. السعر النسبي، والحد من فرص الحصول على الغذاء الصحي، وزيادة الخمول، والآثار التراكمية لحملات الدعاية الضخمة للمواد الغذائية أسهمت جميعها في انتشار وباء السمنة.

تشير عدة دراسات إلى أن الأحياء التي يقطنها أصحاب الدخل المحدود لديها نسبة أقل من نسبة الأحياء التي تقطنها الطبقة المتوسطة الدخل والطبقة ذات الدخل المرتفع في إمكانية الوصول إلى الأسواق المركزية (محلات السوبر ماركت) التي تبيع مختلف أنواع الفواكه والخضراوات الطازجة، ومن المرجح أنها ستضم سلاسل مطاعم الوجبات السريعة والمحال التجارية الصغيرة التي تبيع أصابع السجق المدخن الطويلة والرفيعة Slim Jims والعبوات الضخمة من المشروبات Big Gulps. الدخل النسبي والوقت والمعرفة اللازمة لإعداد الطعام كلها تؤدي دورا أيضا[103]. عندما يتعود الناس على نظام غذائي معين، يصبح من الصعب عليهم تغييره. عندما أدخلت الحكومة الامريكية الأغذية الصحية في برنامج وجبات الطعام المدرسية في العام 2012، قام الطلاب في عدة مدارس باحتجاجات في وسائل الإعلام الاجتماعية وتخلصوا من الطعام الصحي[104].

في العديد من البلدان، هناك رابط وثيق بين استحداث مطاعم الوجبات السريعة الأمريكية وتصاعد معدلات السمنة[105]. أحد العوامل التي أدت إلى موجة الزيادة في الوجبات السريعة، والأطعمة المصنّعة، وزيادة أحجام الحصص الغذائية هو التغير التاريخي الذي طرأ على السياسة الزراعية في الولايات المتحدة في سبعينيات القرن العشرين، في الوقت نفسه الذي بدأت فيه معدلات البدانة بالارتفاع. فبدلا من تعويض المزارعين لسحب الأراضي من الإنتاج، كما كانت الحال منذ مجموعة برامج «الصفقة الجديدة» Deal New التي أقرها الرئيس فرانكلين روزفلت، قامت الحكومة بتقديم المعونات للمزارعين من أجل زراعة أقصى ما يستطيعون زراعته. وتزامن هذا التغيير في السياسة مع التطورات الجديدة في تكنولوجيا الزراعة، بما في ذلك البذور المهجنة ذات الجودة العالية التي كانت ثمرة الثورة الخضراء. وبالتالي، انخفضت أسعار المواد الغذائية بشكل ملموس[106]. بنى الدكتور كارسون تشاو، وهو عالم رياضيات يعمل في المعهد الوطني للسكري وأمراض الجهاز الهضمي والكلى، نموذجا رياضيا يشير بقوة إلى أن التغيرات في السياسة الزراعية الأميركية ترتبط على وجه التحديد مع متوسط الزيادة في الوزن الكبير والسمنة المتزايدة[107].

أدت صناعة الإعلانات التجارية دورا رئيسا. إحدى سلاسل مطاعم الهمبرغر للوجبات السريعة، على سبيل المثال، استخدمت على نحو شائع في إعلاناتها التلفزيونية فتاة ترتدي ملابس فاضحة كرمز جنسي وهي تغسل سيارة[108] بطريقة إيحائية. ميزانية الإعلانات التجارية للسلع الغذائية المصنّعة وسلاسل مطاعم الوجبات السريعة تشكل ثلثي الميزانية المخصصة للسيارات. ومرة أخرى، ربما بدأت هذه الاتجاهات المترابطة في الولايات المتحدة، لكنها انتشرت الآن في جميع أنحاء العالم. يعادل أثر السمنة على موارد العالم أثر إضافة مليار نسمة آخر[109] لعدد سكان كوكب الأرض.

بدايات التسويق الشامل

ارتفاع معدل الاستهلاك في العالم هو ظاهرة جديدة نسبيا، لا يزيد عمرها على قرن من الزمان، وهو اتجاه بدأ أيضا في الولايات المتحدة. على الرغم من أن الإعلان التجاري الشامل بدأ في الظهور في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، بيد أن معظم المؤرخين يرجعون البداية الحقيقية لثقافة الاستهلاك إلى عشرينيات

القرن العشرين، عندما ظهرت أول وسيلة إلكترونية عامة، وهي الإذاعة، في الولايات المتحدة، إلى جانب أول تداول للمجلات الوطنية وأول عرض للأفلام الصامتة[110] في دور السينما. وما هو ملحوظ، أن القروض الاستهلاكية أصبحت أيضا متوافرة على نطاق واسع خلال فترة «العشرينيات المزدهرة» للمساعدة في تمويل المشترين لشراء منتجات جديدة باهظة الثمن نسبيا مثل السيارات وأجهزة الراديو[111].

• الكهرباء، التي كانت تصل إلى أقل من واحد في المائة من منازل الأسر الأمريكية في بداية القرن العشرين، أصبحت متوافرة لدى ما يقرب من 70 في المائة من المنازل الأمريكية في نهاية عشرينيات القرن العشرين[112] بدأت تكنولوجيا الإنتاج بالجملة مع أجزاء قابلة للتبديل وأول أشكال الأتمتة (جميعها مؤشرات سابقة لشركة الأرض اليوم) بفصل الإنتاجية عن زيادة فرص العمل وأنتجت سلّة وافرة من السلع الاستهلاكية التي ولّدت رغبة حقيقية لدى الشركات المصنّعة والتجار في الاهتمام بعلم التسويق الشامل حديث النشأة[113]. وقد دخلت صناعة الإعلانات التجارية مرحلة جديدة ومختلفة تماما[114] في حيِّز السوق.

في هذه الفترة بخاصة من التاريخ بدأت أفكار سيغموند فرويد تصبح أكثر انتشارا في الولايات المتحدة. كانت الزيارة الأولى لفرويد إلى أمريكا في العام 1909، لتقديم مجموعة من خمس محاضرات حول التحليل النفسي في جامعة كلارك في ورستر، ماساتشوستس، إلى جمهور ضمّ وليام جيمس (الذي كان تلميذه الشاب، والتر ليبمان، متأثرا الى حد كبير بأفكار فرويد) وعددا كبيرا من أبرز المثقفين في أمريكا[115]. وعلى مدار السنوات العشر اللاحقة، انتشرت الأفكار التي كان يسوِّقها فرويد - مثل دور اللاشعور في فهم الدوافع البشرية، والتحوُّل النفسي، وغيرهما من أفكار التحليل النفسي - لا سيما في الساحل الشرقي، حيث كانت صناعة الإعلان منتشرة ومستقرة هناك. تأسست جمعية التحليل النفسي الأمريكية بعد عامين من زيارة فرويد[116].

في الوقت الذي انخرطت فيه الولايات المتحدة في الحرب العالمية الأولى في العام 1917، كانت هذه المفاهيم النفسية قد اندرجت في أساليب الإقناع الجماهيري التي كانت تُستخدم خلال الأعمال الحربية. وقد أنشأ وودرو ويلسون لجنة للإعلام العام[117]. نَجْل شقيق سيغموند فرويد، إدوارد بارنيز، الذي كان من أعضاء هذه اللجنة، إلى جانب والتر ليبمان، الذي كان يكبره بسنتين فقط، والذي كان تأثيره

عـلى بارنيـز يضاهي تقريبا تأثير عمه سـيغموند عليه. بعد الحـرب، أعرب بارنيز عن دهشـته الكبيرة من مدى فعالية وتأثير الدعاية الجماعية وشرع في العمل على استحداث أساليب التسويق الشامل[118].

اخترع بارنيز - المشهور باسم «أبو العلاقات العامة» - في الواقع عبارة «العلاقات العامة» بغية تجنب اسـتخدام كلمة «الدعاية»[119]، التي اكتسـبت دلالة سـلبية في الولايـات المتحدة نظرا إلى اسـتخدامها المتكرر في ألمانيا لوصف إسـتراتيجيتها في التواصل الجماهيري[120] خلال الحرب. أحدث بارنيز ثورة في مجال أبحاث التسويق عن طريق التخلص من الأسلوب التقليدي الذي كان سائدا آنذاك بسؤال المستهلكين عن الأشياء التي يحبونها وتلك التي يكرهونها في المنتجات المختلفة. وبدلا من ذلك، أمـضى بارنيز وقتا طويلا مع خبراء في التحليل النفـسي لصياغة مقابلات معمّقة مع الناس مصممة للكشـف عن الروابط في عقولهم ما دون الوعي التي قد تكون ذات صلة[121] مع تسـويق المنتجات والعلامات التجارية. قال شريك بارنيز التجاري، بول مـازور: «يجب علينا أن نحوِّل أمريكا من ثقافة الحاجة إلى ثقافة الشـهوة... يجب تدريب الناس على الشـهوة، من أجل ابتغاء الأشياء الجديدة، حتى قبل أن تُستهلك الأشـياء القديمة بالكامل. يجب علينا تشـكيل عقلية جديدة. شهوات الإنسان يجب أن تطغى على احتياجاته»[122].

كما كتب بارنيز لاحقا، في العام 1928:

> التلاعـب الواعي والذكي بعادات الجماهـير المنتظمة وآرائهم عنصر مهم في المجتمـع الديموقراطي. أولئـك الذين يتلاعبون بهذه الآليـة غير المنظورة للمجتمع يشـكلون حكومة خفية تعتبر السلطة الحاكمة الحقيقية لهذا البلد. نحـن محكومون، وعقولنـا مقولبة، وأذواقنا مرسـومة، وأفكارنا مطروحة، في الغالـب عن طريق أناس لم نسـمع بهم قط. وهذه نتيجـة منطقية للطريقة التي يقوم عليها تنظيم مجتمعنا الديموقراطي... في كل عمل نقوم به في حياتنا اليومية تقريبا، سـواء في مجال السياسـة أو الأعمال التجارية، أو في سـلوكنا الاجتماعي أو تفكيرنا الأخلاقي، نحن نخضع لسـيطرة عدد ضئيل نسـبيا من الأشخاص.... الذين يفهمون العمليات الذهنية والأنماط الاجتماعية للجماهير. إنهم الأشخاص الذين يمسكون بمفاتيح التحكم في عقل الجماهير[123].

في واحــدة من نجاحاتــه الأولى، عالج بارنيز إحدى مشــاكل موكِّله، شركة التبغ الأمريكية، وهي: كيف يمكن له كسر المحرمات الاجتماعية ضد تدخين المرأة للسجائر؟ اســتأجر مجموعة من النساء لارتداء ملابس النساء المطالبات بحق المرأة في الاقتراع والمسير في تشكيل اســتعراض على طول فيفث ستريت (شارع 5) في مدينة نيويورك في يــوم الأحد أول أيــام عيد الفصح المجيد في العام 1929. وعندما وصلت النســوة القســم المرتفع من المقاعد المخصصة للصحافة، قامت المطالبات المزيفات بســحب ســجائر من علب الدخان التي كانت بحوزتهن، وأشعلنها، واستخدمنها بطريقة تنم عن أنها «مشــاعل للحرية». بعد عقود من الزمن، الإعلان الأسطوري للسجائر الذي كان يستهدف النساء - «لقد قطعتِ شوطا طويلا يا حبيبتي» - كان لايزال يَستَخْدِم الربط المبتكر ولكن الفاسد بين التدخين وحقوق المرأة الذي ابتدعه بارنيز[124].

في العام 1927، كتب أحد المستشــارين الأمريكيــين البارزين في مجال الأعمال، إدوارد كاودريك، أن التحريض على الاستهلاك أصبح أكثر أهمية من الإنتاج: «أصبح العامل أكثر أهمية كمستهلك أكثر منه كمنتج... فواجبه ليس تصنيع وتعدين وإنتاج ســلع كافية، وإنما إيجاد ما يكفي من الناس لشراء هذه السلع - هذه هي المشكلة الأساسية للتجارة». ووصف هذه الحكمة التقليدية في الاقتصاد الكلِّي الجديد باسم «الإنجيل الاقتصادي الجديد للاستهلاك»[125].

لم يكن اســتخدامه لكلمــة «الإنجيل» عرضيا حينها كما يبدو وقع اســتخدامها اليوم. الصراع بين الرأســمالية والشيوعية اكتســب أهمية جديدة في أعقاب الثورة الناجحــة التي قــام بها لينين في روســيا قبل ذلك بعشر ســنوات وتأســيس اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفييتية. خلال الصراع الطويل بين الرأسمالية والشيوعية في القرن العشرين، كان الافتراض الوحيد في صلب كلتا الأيديولوجيتين، الذي لم يكن حوله شك من كلا الطرفين، هو النمو اللامحدود.

في العــام 1926، غامر الرئيس كالفــين كوليدج في خطاب له أمام شركات الإعلانات في الدخــول إلى المنطقة المقدســة التي وصفها كاودريك بالإنجيــل الاقتصادي الجديد: «الإعلان يخدم الجانب الروحي من التجارة. بل هو القوة العظيمة التي وضعت أمانة في أعناقكــم والتي تضع على أكتافكم مســؤولية كبيرة في نشر الإلهــام والنبل في العالم التجاري. كل ذلك هو جزء من عمل أكبر من الانبعاث الروحي وخلاص البشر»[126].

بعد ثلاث سنوات، وقبل شهرين من انهيار سوق الأسهم عام 1929، أصدر خلف كوليــدج كرئيس، هربرت هوفــر، التقرير الذي أعدته اللجنــة الخاصة بالتغييرات الاقتصادية الحديثة، الذي جاء على ذكر الاعتراف بالقوة الجديدة التي يمتلكها علم النفس في مجال التسويق الشامل: «لقد برهن الاستطلاع بشكل قاطع صحة ما كان يُعتقد منذ زمن طويل أنه صحيح من الناحية النظرية فقط، وهو أن الرغبات شرهة إلى درجة لا يمكن إشــباعها إلى حد كبير؛ وأنه عند إشــباع رغبة ما تنشأ مكانها رغبة جديدة. والنتيجة هي أنه من الناحية الاقتصادية نحن أمام عالم لا حدود له؛ إذ إن هناك رغبات جديدة حالما يجري إشباعها ستفسح المجال أمام رغبات أخرى أحدث منهــا وذلك إلى ما لا نهاية... عن طريق الإعلان وغيره من الوســائل الترويجية، من خلال تقصي الحقائق العلمية، وعن طريق الاســتهلاك المُعدّ بعناية يمكن خلق قوة جاذبة للإنتاج قابلة للقياس... يبدو أنه يمكننا الاستمرار بنشاط زائد»[127].

في ثلاثينيــات القرن العشرين، هاجر أحد المحللين النفســيين الآخرين التابعين لمدرســة فرويد، إرنســت ديختر، من فيينــا إلى الولايات المتحدة وبــدأ العمل على التسويق الشامل. وبإدراكه الكامل لمدى شعبية مفاهيم فرويد في ميدان الإعلانات التجاريــة، أخــبر عملاءه المحتملين في جادة ماديســون وول ســتريت بأنه لم يكن مجرد «عالم نفس من فيينا» فحســب، وإنما كان يقطن أيضا في الشارع نفسه الذي كان يســكن فيه ســيغموند فرويد. وقدم لهم وعودا بأنه يستطيع مساعدتهم على «البيع بشكل أكبر والتواصل بشكل أفضل». ومثل الرئيس كوليدج، كان يرى أهمية التحفيز على مزيد من الاســتهلاك الجماهيري كوســيلة لتعزيز الاقتصاد الأميركي في النضال من أجل ضمان انتصار الرأسمالية. وقال ديختر «يجب على الداوم الاستمرار في إثارة احتياجات ورغبات الناس إلى مدى معيّن»[128].

وحتما، كان للســلطة الجديدة للتســويق الإلكتروني الشــامل المستند إلى علم النفس تأثير هائل على مجال الديموقراطية فضلا على تأثيرها في مجال السوق. لطالما تنبأ كل من بارنيز وليبمان بحتمية حدوث ذلك. ولكن في الفترة اليائســة والخطيرة الواقعــة بين الحربــين العالميتين في أوروبا، وُضعت هــذه القوى الجديدة في خدمة الاســتبداد. في العام 1922، أصبح جوزيف ســتالين الأمين العام للحزب الشــيوعي في الاتحــاد الســوفييتي، وأصبح بنيتو موســوليني رئيس الــوزراء الفاشي للحكومة

الائتلافية في إيطاليا. وقبل ستة أشهر، كان أدولف هتلر قد أصبح رئيس الحزب الاشتراكي الوطني في ألمانيا.

بعد خمسة عشر عاما، وبعد صدور قوانين نورمبرغ وافتتاح أول معسكرات الاعتقال، أصيب إدوارد بارنيز بالهلع عندما أخبره شاهد عيان زار برلين أخيرا بأن جوزيف غوبلز كان يستفيد بشكل كبير من كتاب بارنيز حول «الدعاية» في تنظيم عمليات الإبادة الجماعية لهتلر[129].

في الولايات المتحدة، وأيضا في العام 1922، كتب صديق بارنيز وزميل سابق له في زمن الحرب الدعائية، والتر ليبمان، ما يلي:

> إن تصنيع القبول... كان من المفترض أن يتلاشى مع ظهور الديموقراطية. ولكنه لم يتلاشَ. وإنما، في الواقع، تحسن بشكل كبير في أساليبه. ونتيجة للأبحاث النفسية، إلى جانب وسائل الاتصال الحديثة، دخلت الممارسة الديموقراطية منعطفا جديدا. فهناك ثورة في المخاض تفوق بأهميتها بشكل لامحدود أي تحوّل في القوة الاقتصادية[130]... إن معرفة كيفية ابتداع القبول ستغيِّر كل الحسابات السياسية وتعدِّل كل الفرضيات السياسية... فلم يعد ممكنا، على سبيل المثال، الإيمان بالعقيدة الأصلية للديموقراطية.

كما لوحظ في الفصل السابق من هذا الكتاب، فإن الجمع بين المساهمات المالية السرية غير المحدودة للحملات الانتخابية والتسويق الإلكتروني الشامل المستند إلى علم النفس المُكْلف للغاية ولكن الفعّال بشكل هدّام يشكل في الواقع تهديدا خطيرا لاستمرار حيوية وسلامة الديموقراطية التشاركية. إذا ما سمحنا للاعتداء الحالي على نزاهة الديموقراطية بالاستمرار، فإن نبوءة ليبمان الظلامية يمكن أن تتحقق؛ إذا كان بمقدور النخب استخدام المال، والسلطة، والإقناع الشامل للسيطرة على سياسات الولايات المتحدة، سيصل الشخص العادي إلى درجة يبدو فيها، على حد تعبير ليبمان، «من غير المعقول على الإطلاق» الاعتقاد بأن أمريكا بلد ديموقراطي.

في مجال السوق، مقدار الأموال التي تنفق على «تصنيع الرغبات» والتحفيز على الاستهلاك الزائد يستمر في التصاعد عاما بعد عام. بدأ الإقبال على التسويق الشامل المستند إلى مفاهيم فرويد يتضاءل في مرحلة لاحقة من القرن العشرين، ولكن في الآونة الأخيرة أعاد ابتكار أساليب أكثر تطورا مثل عمليات المسح الدماغي

لتنشيط اســتخدام تحليل اللاوعي في مجال التسويق العصبي[131]. أصبح التسويق الشــامل لتشــجيع زيادة الاســتهلاك الآن منتشرا إلى درجة أننا أصبحنا نعتبره جزءا طبيعيــا مــن محيطنا. اعتاد الشــخص العادي الذي يعيش في المدينة مشــاهدة ما يعادل ألفي رســالة تجارية في اليوم الواحد منذ خمســة وثلاثين عاما[132]. ووفق صحيفة نيويورك تايمز، فإن متوسط ما يشاهده الآن سكان المدينة يصل إلى 5 آلاف رسالة تجارية يوميا[133].

النفايات والتلوث

زيادة معدل اســتهلاك الفرد لعدد سكان العالم المتزايد أكثر فأكثر تشكل ضغطا على حدود بعض الموارد. مع نمو عدد السكان وازدياد حجم الاقتصاد العالمي، فنحن لا نســتهلك مــوارد طبيعية أكثر لصناعة المنتجات فقط، بل نحن ننتج أيضا ســيولا غزيــرة من النفايــات. ووفق تقرير صدر أخيرا عن البنك الــدولي، فإن معدل إنتاج الفرد من النفايات وحدها من ســكان المدن في العالم هو الآن 2.6 رطل للشــخص الواحــد في اليوم؛ ومن المتوقع أن يزيد الحجم الكلّي بنســبة 70 في المائة في غضون عشر سنوات[134].

ســوف تتضاعف تكلفة إدارة النفايات تقريبا في غضون الفترة نفســها إلى 375 مليار دولار - حيث ســتكون معظم الزيادة في البلــدان النامية[135]. ووفق منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، فإن كل زيادة في الدخل القومي بنسبة واحد في المائة ستنتج زيادة قدرها 69 في المائة من نفايات البلدية الصلبة في البلدان المتقدمة[136].

وهذا فقط بالنســبة إلى القمامة. ولكن عند توزيع النفايات المرتبطة بإنتاج الطاقــة، وصناعة المواد الكيميائيــة، والتصنيع، والســلع الإلكترونية، والنفايات الزراعية، ونفايات صناعات المنتجات الورقية على أســاس نصيب الفرد منها من بين ســبعة مليارات نسمة يســتهلكون نتائج جميع هذه العمليات، فإن الكمية الفعليــة مــن النفايات التي ســتنتج كل يوم تفوق كمية الوزن الكلّي لأجســام السبعة مليارات نسمة[137].

هناك سوق سوداء تزدهر في مجال التخلص غير المشروع من النفايات - ولاسيما الشــحنات المرســلة من البلدان المتقدمة إلى البلدان الفقــيرة. في الاتحاد الأوروبي،

صادرات النفايات البلاستيكية - التي يذهب ما يقرب من 90 في المائة منها إلى الصين - ازدادت بنسبة تفوق 250 في المائة في العقد الماضي[138]. ولقد ركزت وسائل الإعلام الإخبارية على «دفعات القمامة» الهائلة التي ترمى في وسط المحيط الهادئ - والتي يتألف معظمها من المواد البلاستيكية - ولكن الأحجام الأكبر من ذلك بكثير يُتخلص منها على اليابسة في ملايين مقالب النفايات[139].

على الرغم من جهود الكثير من الشركات والمدن التي تستحق الثناء لزيادة عمليات إعادة تدوير النفايات، فإن الأحجام الإجمالية للنفايات تفوق الطاقة الحالية للممارسات المسؤولة للتخلص من النفايات. على سبيل المثال، يمكن استخدام النفايات العضوية لإنتاج غاز الميثان القيِّم، ولكن بسبب جمود وغياب القيادة، يجري التخلص ببساطة من معظم النفايات العضوية في مكبّات نفايات غير محسَّنة حيث يؤدي تحلّلها إلى إنتاج 4 في المائة من مجموع التلوث الناجم عن الاحترار العالمي[140] كل عام.

الأحجام المتزايدة من النفايات الإلكترونية (النفايات المرتبطة بالمنتجات الإلكترونية) كانت محط اهتمام كبير بسبب وجود مواد شديدة السميَّة في هذا المجرى من النفايات. ومرة أخرى، وعلى الرغم من تواصل جهود إعادة التدوير، لاتزال المشكلة تتفاقم بوتيرة أسرع من الحل.

تشكل النفايات الكيميائية والبيولوجية السامّة تحديا من نوع خاص. خلال سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين، ترأست وشاركت في عدد كبير من جلسات الاستماع في الكونغرس حول مخاطر النفايات الكيميائية السامّة. القوانين الصارمة التي صدرت في أعقاب تلك الجلسات وغيرها جرى الحد من شدتها منذ ذلك الحين بسبب مجموعات الضغط التابعة للصناعة الكيميائية في الكونغرس والسلطة التنفيذية للولايات المتحدة. لقد حددت دراسة أمريكية أجرتها أخيرا مراكز السيطرة على الأمراض والوقاية وجود آثار لـ 212 نوعا من النفايات الكيميائية للفرد الأمريكي العادي، تشمل المبيدات الحشرية، ومثبطات الزرنيخ، والكادميوم، واللهب[141].

مثبطات اللهب؟ هناك قصة مثيرة وراء وجودها في أنسجة الأمريكيين تعطي مثالا آخر على اختلال توازن القوى في عملية صنع القرار في الولايات المتحدة وهيمنة مصالح الشركات على حساب المصلحة العامة. أظهرت دراسة شاملة أجرتها

صحيفة شيكاغو تريبيون في العام 2012 بالتفصيل كيف أن شركات صناعة السجائر قامت بالتأثير في صنّاع السياسة عن طريق الرشوة لفرض إضافة مثبطات اللهب السامّة بشكل قانوني إلى رغوة توضع داخل معظم قطع الأثاث من أجل إنقاذ الأرواح التي تُزهق جراء آلاف الحرائق التي يسببها سنويا المدخنون الذين ينامون في أثناء تدخينهم ويسقطون سجائرهم[142] المشتعلة على أريكة أو كرسي.

أحد الحلول الأكثر منطقية والأقل خطورة - وهو حل مقترح منذ بداية القرن العشرين- يمكن أن يكون الطلب من الشركات المصنِّعة للسجائر إزالة المواد الكيميائية التي تضيفها بشكل روتيني إلى السجائر لتبقى متّقدة حتى وإن لم يجر تدخينها. ولكن صناعة التبغ لم تكن ترغب في توجيه اللوم إليها في هذه الحرائق، وأنها تشعر بالقلق من أن أي إزعاج للمدخنين قد يضر بحجم المبيعات. فلهذا خرجوا بهذا المخطط الفاسد لشراء ما يكفي من النفوذ لتمرير مسألة إضافة مواد كيميائية خطرة[143] إلى معظم قطع الأثاث بدلا من ذلك.

عندما بدأت شركات تصنيع المواد الكيميائية المثبطة للهب فهم مدى استفادتها من وراء هذا الاحتيال، تضافرت معا لتأمين مزيد من المال لدعم خطط شركات التبغ. مثلت ذات مجموعة الضغط مسؤولي مديرية الإطفاء والشركات المصنِّعة للمواد الكيميائية - وبقيت هذه المجموعة مدرجة سرا على جدول رواتب شركات صناعة التبغ. وفي هذه الأثناء، يستمر الأطفال في تنشق الغبار المتصاعد من مثبطات اللهب المتحللة، ويستمر العلماء في ربط تعرضهم لهذه المواد الكيميائية بالإصابة بمرض السرطان، والاضطرابات التناسلية، والأضرار التي تلحق بالأجنّة[144]. وبالمناسبة، اكتشفت لجنة سلامة المنتجات الاستهلاكية أخيرا أن مثبطات اللهب التي تضاف إلى رغوة بعض قطع الأثاث لم تنجح[145] في خفض حرائق المنازل.

لقد اختار خبراء في مجال الصحة بضع مواد كيميائية شديدة الخطورة، مثل ثنائي الفينول (أ) (BPA)، والفثالات (المشابهة كيميائيا لمثبطات اللهب)، باعتبارها مواد تحتاج إلى عناية خاصة، ولكن القانون الذي سن في العام 1976 للتعامل مع مثل هذه المواد الكيميائية، وهو قانون السيطرة على المواد السامّة، لم يطبق فعليا[146]. يُقدّر عدد المواد الكيميائية المدرجة في لائحة المواد التي ينبغي اختبارها بنحو 83 ألف مادة، ولكن وكالة حماية البيئة لم تطلب اختبار إلا 200 مادة منها

فقط، وقيّدت استخدام 5 منها فقط. تسمح الجهات الرقابية للشركات المصنّعة للمواد الكيميائية بحجب معظم المعلومات ذات الصلة طبيا حول هذه المواد الكيميائية[147] بحجة أنها من أسرار المهنة.

كانت الطفرة في تطوير المواد الكيميائية الزراعية والصناعية بعد الحرب العالمية الثانية تعتمد في جزء كبير منها على مخزونات فائضة غير مستخدمة من غاز الأعصاب والذخائر. (مخترع الغاز السام في الحرب العالمية الأولى كان هو أيضا مخترع الأسمدة النيتروجينية الاصطناعية)[148]. هذه الأنواع الجديدة من المركبات الكيميائية السامّة أدخلت أشكالا من تلوث المياه أكثر سميّة مما كان في الماضي. في فترات سابقة، كان يهيمن على تلوث المياه تلوث الغائط الذي يسبب التيفوئيد والكوليرا. على الرغم من أن المشاكل الأخيرة قد حُلّت إلى حد كبير في البلدان المتقدمة، لاتزال الأمراض التي تنقلها المياه من بين الأسباب الرئيسة للوفاة في البلدان النامية، ولاسيما في جنوب آسيا وأفريقيا وأجزاء من الشرق الأوسط[149].

الواقع أن تلوث الأنهار والجداول، ومستودعات المياه الجوفية هي مشكلة خطيرة تسهم في نقص المياه في مناطق كثيرة من العالم. أفادت اللجنة العالمية للمياه للقرن الحادي والعشرين، التي يشارك فيها العديد من منظمات الأمم المتحدة، في تقرير لها في العام 1999 أن «أكثر من نصف الأنهار الرئيسة في العالم[150] تتعرض للنضوب والتلوث بشكل خطير». أحد أسباب هذه المأساة العالمية هو أنه لم يتم إدراج لا النضوب ولا التلوث في النظام السائد في العالم لقياس الدخل القومي والإنتاجية - أي الناتج المحلي الإجمالي. وكما يشير الخبير الاقتصادي هيرمان دالي: «نحن لا نطرح تكلفة التلوث باعتبارها سيئة، ومع ذلك نضيف قيمة تنظيف التلوث باعتبارها جيدة. هذه حِسبَة غير متناسقة»[151]. ونتيجة لذلك، يجري بشكل روتيني - وعلى نحو غير دقيق - وصف قرارات تنظيف البيئة بأنها مؤذية للازدهار. على سبيل المثال، في قوانغتشو، في الصين، شعر نائب مدير وكالة التخطيط في المدينة بأنه مضطر إلى الدفاع عن قرار للحد من الحركة المرورية للسيارات كوسيلة للحد من المستويات الخطيرة لتلوث الهواء قائلا: «بالطبع من وجهة نظر الحكومة[152]، نحن نتخلى عن بعض النمو، ولكن من أجل تحقيق صحة أفضل لجميع المواطنين، فالأمر يستحق ذلك».

في الآونــة الأخيرة، أجــرت صحيفة نيويورك تايمز تحقيقــا جمعت خلاله مئات الآلاف من ســجلات الولايات والســجلات الفدرالية لتلوث المياه تحت قانون حرية المعلومــات التــي أظهرت أن واحدا مــن كل عشرة أمريكيين قد تعــرض للنفايات الكيميائية أو غيرها من المخاطر التي تهدد الصحة في مياه الشرب[153].

منــذ العــام 1972، والولايــات المتحدة رائــدة في مجال حماية الميــاه النظيفة وقــد حذا معظم العالم المتقدم حذوها. بيــد أن التقدم في البلدان النامية لم يحقق الأهــداف الإنمائية للألفية الثالثة (وهي خطة للتنمية العالمية تم الاتفاق عليها من جانب جميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة البالغ عددها 193 والمنظمات الدولية الثــلاث والعشرين 23). وفقا لمنظمة الصحة العالمية فقــد «تمكّن أكثر من ملياري نســمة من الحصول على مصادر مياه محســنّة (المعرَّفة بأنها «من المرجح أن توفر ميــاه صالحة للشرب) فيما تمكّن 1.8 مليار نســمة من الوصول إلى المرافق الصحيّة المحســنّة بين عامي 1990 و2010 ... [ولكن] لايزال أكثر من 780 مليون نســمة لا يصلــون إلى مصادر محسَّــنة لمياه الشرب، فيما يفتقر 2.5 مليار نســمة إلى المرافق الصحية المحسنّة»[154].

إذا اســتمرت الاتجاهــات الحالية على هذا المنوال، فســتبقى هذه الأرقام مرتفعة بشــكل غير مقبول في العام 2015: وحســب منظمة الصحة العالمية فإن «605 ملايين نســمة لن تكون لديهم مصادر محسَّــنة لمياه الشرب، وســيفتقر 2.4 مليار نسمة إلى المرافق الصحية المحسنّة»[155]. في الصين، حيث 90 في المائة من المياه الجوفية الضحلة ملوّثة، بما في ذلك نفايات المواد الكيميائية والصناعية، سوف يصاب 190 مليون صيني بالمرض كل عام بسبب مياه الشرب، وسيلقى عشرات الآلاف حتفهم جراء ذلك[156].

منابــع الميــاه العذبــة موزعة على نحو غير متســاوٍ، إذ يوجــد أكثر من نصف مجموعها الكلّي في ســت دول فقــط. تناقص وَفْرة المياه العذبــة وتدهور نوعيتها في العديــد مــن البلدان والمناطق يقف جنبا إلى جنب مع فقدان التربة الســطحية باعتبارهــا واحــدة من اثنين من أخطــر القيود التي تحد من توســع إنتاج الغذاء. الاســتهلاك المفرط والإسراف في هدر المياه العذبة - التي تُعَّد منافســة جديدة على الميــاه من المدن والطلبات المتزايدة من شركة الأرض – يهدد في خلق أزمات غذائية في مناطق متعددة من العالم.

مثلما أثر التوسع العمراني في وفرة الأراضي الزراعية، فإن «امتداد الطاقة» له أثر بالغ أيضا في وفرة المياه العذبة من أجل المحاصيل الغذائية. أعاد القرار الأحمق في تعزيز النمو السريع للجيل الأول من وقود الإيثانول والديزل الحيوي من زيت النخيل تخصيص كل من موارد المياه والأراضي من المحاصيل الغذائية. وقد فَرَضَ الهوس المتزايد على الغاز الصخري العميق[157]، الذي يتطلب خمسة ملايين غالون من المياه لكل بئر، ضغوطا شديدة على منابع المياه في المناطق التي كانت في الأصل تعاني شح المياه[158]. لقد أُجبر الآن العديد من المدن والمقاطعات في ولاية تكساس، على سبيل المثال، على الاختيار بين تخصيص المياه للزراعة والتكسير الهيدروليكي للغاز والنفط. ومن منظور عالمي، من المتوقع أن ينمو استخدام المياه لتوليد الطاقة[159] بشكل أسرع بمرتين من الطلب على الطاقة.

توسُّع عمليات التكسير الهيدرولي من أجل النفط والغاز يزيد من حقن النفايات السائلة السامة في المناطق الواقعة في أعماق الأرض التي كان يُعتقد - حتى وقت قريب - أنها مستودعات آمنة. تمَّ في الولايات المتحدة الأمريكية، حقن ما يقدر بـ 30 تريليون غالون من النفايات السائلة السامة في أكثر من 680 ألفا من الآبار للتخزين تحت الأرض على مدى العقود القليلة الماضية، حتى وإن كانت ممارسة التكسير تغيِّر الجيولوجيا تحت الأرض، وتفتح شقوقا جديدة وتعدل أنماط التدفق تحت سطح الأرض[160]. للأسف، بعض هذه المستودعات العميقة سرَّبت النفايات إلى سطح الأرض في مناطق تحوي مستودعات لمياه الشرب[161].

تمثل موارد المياه الجوفية ما يقرب من 30 في المائة من جميع موارد المياه العذبة في العالم، مقارنة مع واحد في المائة لنسبة ما تمثله جميع المياه العذبة السطحية[162]. على مدى نصف القرن الماضي، تضاعف معدل انكماش مستودعات المياه الجوفية[163]. فقد تسارع معدل الزيادة في سحب المياه الجوفية بشكل مطرد على مدى نصف القرن الأخير ليتضاعف المعدل في العام 1960، ولكن في السنوات الخمس عشرة الأخيرة (منذ أن تسارعت معدلات النمو في الصين والاقتصادات الناشئة الأخرى)، استمرت الزيادات بوتيرة أسرع بكثير[164].

ولعل استحداث تكنولوجيا جديدة لحفر المياه وضخها يُعدُّ أيضا عاملا مهما آخر. في الهند، على سبيل المثال، جرى استثمار 12 مليار دولار في آبار ومضخات

جديـدة؛ فقد حفر 100 مليون مزارع هندي ما يزيد على 21 مليونا من الآبار[165]. ونتيجة لذلك جزئيا، جفّت بشـكل كلّي مسـتودعات المياه الجوفية في العديد من المجتمعـات، مـما تطلب نقل مياه الـشرب لهم عن طريق صهاريـج المياه - فيما اسـتوجب على المزارعين الاعتماد بشـكل متزايد على هطول الأمطار التي لا يمكن التنبؤ بها[166].

بسبب النمو السكاني والزيادة في استهلاك المياه، فإن الإفراط في تخصيص المياه السـطحية من العديد من الأنهار المهمة في العـالم جعل العديد من هذه الأنهار لا تصـل على الإطلاق إلى البحر: نهر كولورادو، ونهر السـند، ونهـر النيل، ونهر الريو غراندي، وموراي دارلينغ في أسـتراليا، وأنهار اليانغتـسي والأنهار الصفراء في الصين، ونهر إلبه[167] في ألمانيا.

التضخم السكاني

عـلى الرغم من أن معدلات النمو السـكاني قد تباطـأت في معظم أنحاء العالم على مدى العقود القليلة الماضية، فإن الحجم الكلّي للسـكان لايزال حاليا كبيرا جدا لدرجة أن أي معدل أبطأ للنمو سـوف يضيف مليارات من الناس قبل أن تسـتقر أعدادنـا قرب نهاية هذا القرن برقم إجمالي يصعب حاليا التنبؤ به، ولكنه يقدر بما يـتراوح بين 10 و 15 مليار نسـمة[168]. (وهناك أيضا توقـع منخفض يصل إلى 6.1 مليار نسـمة، وتوقع جامح يصل إلى 27 مليار نسـمة - وهـو أمرٌ يمكن أن يحدث إن لم يحصُل تحديد إضافي للنسـل (للخصوبة). ولكن تفترض الأغلبية العظمى من الخبراء أن المعدل الأكثر ترجيحا سيتجاوز بشكل طفيف 10 مليارات نسمة)[169].

في السنوات العشر المقبلة، سوف تتجاوز الهند الصين على الأقل في ما تبقى من هـذا القرن لتصبـح الدولة التي تمتلك أكبر عدد للسـكان[170] على وجه الأرض. في السـنوات العشرين المقبلة، سـوف يكون لدى أفريقيا عدد من السكان يفوق عدد السكان في كل من الصين أو الهند، وبحلول نهاية القرن من المتوقع أن يصبح لديها عدد سكان أكبر من كلا البلدين مجتمعين[171]. ومن المتوقع أن يحدث نصف النمو العالمـي في عدد السـكان خلال العقود الأربعة المقبلـة في أفريقيا، التي في طريقها الآن للوصـول إلى أكثر من ثلاثة أضعاف عدد سـكانها الحـالي، وذلك بتحقيق رقم

مذهل وهو 3.6 مليار نسمة بحلول نهاية هذا القرن[172]. إذا ما أخذنا بعين الاعتبار المستويات المنخفضة بشكل خطير لخصوبة التربة في كثير من دول جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا، وشح المياه العذبة، وسوء الإدارة في العديد من البلدان، والأثر المتوقع لظاهرة الاحتباس الحراري، من المرجح أن يكون موضوع حدود النمو في أفريقيا محور اهتمام العالم في ما تبقى من القرن الحادي والعشرين.

السبب في تعذُّر التنبؤ بالذروة التي سيصل إليها عدد سكان العالم، والسبب في تفاوت معدل التقديرات حول ذلك بنسبة خمسة مليارات نسمة - ما يعادل مجموع عدد السكان في العالم في نهاية ثمانينيات القرن العشرين 1980s! - يعود إلى صعوبة التكهن أصلا بعدد الأطفال الذي تفضل المرأة العادية إنجابه خلال العقود القليلة المقبلة. إن أي زيادة في هذا المتغيِّر المهم، وإن كانت بنسبة نصف طفل (لطالما اعتاد علماء الديموغرافيا منذ زمن على عدم الشعور بالحرج من ذلك التعبير) يمكن أن تعني الاختلاف بعدة مليارات في عدد سكان العالم على مدار السبعة والثمانين عاما المقبلة. العوامل المتعددة التي لها تأثير في تفضيلات المرأة يَصْعُب أيضا توقعها على مدى هذه الفترة الطويلة من الزمن.

تعكس هذه التوقعات الجديدة ذات النسب الأعلى لذروة عدد سكان العالم في الجزء الأخير من القرن الحادي والعشرين تراجعا أبطأ مما هو متوقع في متوسط معدل النسل في عدد من البلدان الأقل تقدما – التي يقع معظمها في أفريقيا[173]. السبب الوحيد الأكبر لتقديرات عدد السكان المرتفعة بالنسبة إلى أفريقيا والعالم هو فشل المجتمع الدولي في جعل المعرفة والتكنولوجيا الخاصة بإدارة النسل في متناول النساء[174] اللواتي يرغبن في استخدامها.

اكتشف المتخصصون في السكان والتنمية على مدى العقود القليلة الماضية قدرا كبيرا من المعلومات بشأن العديد من العوامل التي تدفع إلى إحداث تغيرات بشكل فعلي في ديناميات النمو السكاني. وقد أظهرت مجموعة هائلة من الأبحاث بشكل قاطع أن أربعة عناصر من لغز السكان يتناسب بعضها مع بعض، وتعمل مجتمعة لتحويل نمط النمو السكاني في أي بلد من نمط فيه توازن - يتميز بمعدلات مرتفعة للوفيات، ومعدلات مرتفعة للمواليد، وأسر كبيرة - إلى نمط توازن آخر- يتميز بنسب منخفضة للوفيات، ومعدلات منخفضة للمواليد، وأسر صغيرة.

الخبر السار هو أن الجهود العالمية الرامية إلى إبطاء النمو السكاني تعتبر بالفعل من القصص الناجحة، على الرغم من أنها تتكشــف بصــورة بطيئة. على الرغم من أن زيادات هائلة جدا في أعدادنا المطلقة ســوف تستمر لعقود عديدة مقبلة، فكل دولــة في العالم تقريبا تنتقل من حالة تــوازن عالية إلى حالة توازن منخفضة. بعض هــذه الدول تغير بسرعة، بينــما البعض الآخر لايزال متخلفا عن الركب. في الولايات المتحدة الأمريكية، تباطأ معدل النمو في عدد الســكان إلى أدنى مستوى له منذ فترة الكساد الأعظم[175].

لعــدة عقــود في القرن العشرين، كانت النظرة الســائدة هــي أن الزيادات في الناتــج المحلي الإجمالي - لاســيما تلــك العوامل المرتبطة بالتنميــة الصناعية - هي المفتاح لانخفاض معدلات النمو السكاني. كان هذا أحد البراهين الأولى على الملاءمة المغرية والبســاطة الوهمية للناتج المحلي الإجمالي كمقياس وســيط للتقدم المعمم وكيف يمكنه جذب انتباه صنّاع السياسات، حتى إن لم تكن مرتبطة بشكل وثيق مع الأهداف الحقيقية التي يسعون إلى تحقيقها.

عــلى الرغم مــن أن الناتج المحلي الإجــمالي ليس واحدا مــن العوامل الأربعة، فإن النمو الاقتصادي مرتبط بشــكل فضفاض في كثير من البلدان مع خلق الظروف الاجتماعيــة التي تمتلك القدرة على التأثير في عدد الســكان ويمكنها فعل ذلك[176]. وعــلى العكس، في معظم الحالات، مــن المؤكّد أن الفقر المدقــع يرتبط مع ارتفاع معدلات النمو الســكاني - خصوصا في البلدان التي لديها مؤسســات فاشلة وشح في المياه النظيفة والتربة السطحية. كل البلدان الأربعة عشر التي تمتلك هذه الخصائص الثلاث لديها معدلات نمو ســكاني مرتفعة للغاية؛ وثلاث عشرة دولة من أصل الدول الأربع عشرة تقع في جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا[177].

العوامــل الأربعة ذات الصلة، التي تعتبر جميعها ضرورية ولا يمكن لأحد منها، بمفرده، أن يكون كافيا هي:

- أولا، تعليــم الفتيات - وهو العامــل الوحيد الأكثر قوة. تعليم البنين مهم أيضا، ولكن تظهر الإحصاءات السكانية بوضوح أن قدرة الفتيات على تعلم القــراءة والكتابة والحصول على تعليم جيد[178] هو أمر بالغ الأهمية.

- ثانيـا، تمكين المـرأة في المجتمع، إلى درجة تصبـح معها آراؤهن مسـموعة وتحظى بالاحـترام، ولديهن القدرة على المشـاركة في صنع القـرارات مع أزواجهن أو شركاء حياتهن حول حجم الأسرة وغيرها من القضايا[179] المهمة بالنسبة إلى أسرهنّ.
- ثالثا، ضرورة توافر المعرفة والتكنولوجيا الخاصة بإدارة النسـل في كل مكان، بحيث يمكن للمرأة أن تقرِّر بشـكل فعال عدد الأطفال الذيـن ترغب في إنجابهم والفترة الزمنيـة[180] ما بين كل طفل وآخر من أطفالها.
- رابعا، انخفاض معـدلات وفيات الأطفال الرضَّع. قال جوليوس نيريـري، وهو واحـد من الزعـماء الأفريقيـين، في منتصـف القرن العشرين: «أقوى وسـيلة لمنع الحمل[181] هـي الثقة لدى الآباء بأن أطفالهم سوف يَحْيَون».

الـصراع من أجل توفير إمكانية الوصول إلى وسـائل منع الحمل ومعرفة كيفية إدارة النسـل لم يحقـق النجاح الـذي كان يأمله علماء الاجتماع وخبراء السـكان. الالتزامات التي تعهدت بها الـدول الغنية لتمويل عملية توفير المعلومات الخاصة بإدارة النسل على نطاق أوسع في البلدان الفقيرة لم تتحقق بالكامل. في بعض البلدان المتقدمـة حيث تتعرض الديموقراطيـة إلى التقهقر، كالولايـات المتحدة الأمريكية، تحقق الحملات التي تهاجم البرامج المفيدة للمرأة نجاحا أكبر في السـنوات الأخيرة. المعارضة السياسـية لمنع الحمل، على سبيل المثال، عادت بشكل مفاجئ إلى الظهور مـن جديد في الولايـات المتحدة في العامـين الماضيين، على الرغم مـن أن الأغلبية السـاحقة من النسـاء الأمريكيات (بما في ذلك 98 في المائة من النساء الكاثوليكيات الناشـطات جنسـيا [182] تدعم منع الحمل، علما بأن هذا الأمر بدا وكأنه قد جرت تسويته في ستينيات القرن العشرين.

كـما كان للمعارضة المبنية عـلى الدين لمنع الحمل المتمثلـة بأقلية صغيرة في الولايات المتحدة تأثير حاد في مساهمات الولايات المتحدة في الجهود العالمية الرامية إلى جعل إدارة النسـل متوافرة في البلدان النامية ذات النمو السريع - ويرجع ذلك جزئيا إلى الدمج المخادع بين منع الحمل والإجهاض. بما أن المساعدات الخارجية هي

دائما عرضة لتخفيضات الموازنة في الولايات المتحدة، فإن مقدار المساعدة المقدمة فعليا جاء أقل بكثير من المبلغ الذي تعهدت بدفعه. ومرة أخرى، حَرَمَ اختلال توازن القوى والشلل السياسي في الولايات المتحدة العالم من القيادة التي هو في أمس الحاجة إليها، والتي بدورها، قد أضرت على نحو بالغ في قدرة العالم على التصرف وإجراء اللازم.

ونتيجة لذلك جزئيا، لم تتحقق الانخفاضات المتوقعة في معدلات الخصوبة - خصوصا في أفريقيا، حيث يوجد لدى تسع وثلاثين دولة من بين خمس وخمسين دولة أفريقية مستويات عالية من النسل [183]. (وهناك تسعة بلدان ذات معدل نسل عال في آسيا، وستة بلدان في جزر المحيط الهادئ، وأربعة في البلدان ذات الدخل المنخفض في أمريكا اللاتينية). في أربع وثلاثين من الدول الثماني والخمسين ذات الخصوبة العالية (النسل المرتفع) في العالم، سوف يزداد تعداد السكان ثلاثة أضعاف في ما تبقى من هذا القرن[184].

ومن منظور عالمي، تتمتع المرأة الآن بمتوسط إنجاب يصل إلى 2.5 طفل أثناء سنوات الحمل والولادة[185]. ولكن في أفريقيا، فإن المتوسط هو 4.5 طفل تقريبا لكل امرأة[186]. علاوة على ذلك، في أربعة بلدان أفريقية، لايزال يتوقع من المرأة العادية أن تنجب أكثر من ستة أطفال، ما يؤدي إلى نمو سكاني مُخل بالنظام وغير مستدام[187]. ملاوي، على سبيل المثال، التي يصل تعداد سكانها اليوم إلى 15 مليون نسمة، من المتوقع أن يرتفع تعداد السكان فيها عشرة أضعاف تقريبا بحلول نهاية القرن ليصل إلى ما يقدر بـ 129-مليون نسمة[188]. الدولة الأفريقية ذات العدد الأكبر من السكان، وهي نيجيريا، من المتوقع أن يزيد تعداد السكان فيها من نسبة تفوق بقليل الـ 160 مليون نسمة اليوم إلى نسبة تفوق الـ 730 مليون نسمة في العام 2100 [189]. وهذا من شأنه أن يضع عدد سكان نيجيريا على مستوى عدد سكان الصين في منتصف ستينيات القرن العشرين[190].

قبل الفهم الأفضل للديناميات السكانية، كان يفترض كثير من الناس أن معدلات الوفيات المرتفعة من شأنها أن تخفض العدد الكلّي للسكان. ولكن تأثير معدلات الوفيات المرتفعة في معدلات المواليد المرتفعة يدحض الاعتقاد السابق. داء الطاعون الأسود الذي تفشى في القرن الرابع عشر أنقص بالفعل عدد السكان – وفي الواقع،

يعتقد أن ذلك كان يمثل المرة الأخيرة التي انخفض فيها عدد السكان. ولكن في عالم اليوم، حتى أشد الأمراض رهبة لم يكن لها أي تأثير في تعداد السكان. وباء فيروس نقص المناعة البشرية/ الإيدز كان له تأثير في العدد الإجمالي للسكان في عدد قليل من البلدان الأفريقية، ولكن على مستوى العالم فقد نما عدد السكان في الأشهر الخمسة الأولى من العام 2011 بما يفوق مجموع الوفيات الذين قضوا بسبب الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية/ الإيدز منذ أن تفشى المرض بسرعة لأول مرة قبل ثلاثة عقود من الزمن.

في البلدان ذات المعدلات المرتفعة لوفيات الأطفال الرضّع، توجد نزعة طبيعية لدى الآباء والأمهات لإنجاب عدد أكبر من الأطفال من أجل ضمان أن بعضهم على الأقل سيبقى على قيد الحياة ليهتموا برعايتهم عندما يصبحون في سن الشيخوخة، وليحملوا اسم العائلة والتقاليد. عمليا، عندما تنخفض معدلات وفيات الأطفال بشكل كبير، عادة ما تتراجع معدلات المواليد بعد نصف جيل - شريطة أن تكون العوامل الثلاثة الأخرى موجودة أيضا. في أعقاب الحرب العالمية الثانية، أدت التطورات الثورية في مجال الرعاية الصحية - من مستويات أعلى من المرافق الصحية، وتغذية أفضل، ومضادات حيوية، ولقاحات، وإنجازات في الطب الحديث - إلى انخفاض كبير في معدلات وفيات الأطفال والرضع[191] في العديد من البلدان حول العالم. هذا المزيج ذاته من التحسينات في مجال الرعاية الصحية والتغذية ضاعف من متوسط العمر المتوقع للبشر في البلدان الصناعية منذ بداية القرن التاسع عشر - من 35 سنة إلى 77 سنة[192].

أجندة للنساء والفتيات

أصبح تعليم البنات أمرا شائعا في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك معظم البلدان التي كانت تركز فقط على تعليم البنين. على الرغم من أنه لاتزال هناك معارضة لتعليم البنات بين جماعات مثل طالبان في أفغانستان، أصبحت معظم الدول مدركة منذ فترة طويلة للمزايا التنافسية لتعليم جميع الأولاد لديها، لاسيما في عصر المعلومات. كانت المملكة العربية السعودية تركز على تعليم البنين فقط في نُظُمها المدرسية، ولكن حسب أحدث الإحصاءات المتوافرة، فإن نسبة 60 في المائة تقريبا -

مقارنة بنسبة 8 في المائة في العام 1970 - من طلاب الجامعات في المملكة العربية السعودية هم من النساء[193].

والرقم المقابل في قطر هو 64 في المائة، في تونس، والإمارات العربية المتحدة 60 في المائة؛ والمتوسط في الدول العربية الآن 48 في المائة؛ وفي إيران 51 في المائة[194]. في الواقع، نسبة النساء اللواتي يحصلن على شهادات جامعية هي أكبر من نسبة الرجال في 67 من بين 120 دولة ممن توجد عنها إحصاءات متوافرة[195]. والمتوسط العالمي هو 51 في المائة[196]. في الولايات المتحدة، تحصل المرأة الآن على 62 في المائة من درجة الزمالة، و58 في المائة من درجة البكالوريوس، و61 في المائة من درجة الماجستير، و51 في المائة من درجة الدكتوراه[197].

إن مسألة تمكين المرأة، من ناحية أخرى، لاتزال تشكل هدفا صعبا في العديد من المجتمعات التقليدية. لا يسمح لأي امرأة من خريجات الجامعات في المملكة العربية السعودية، على سبيل المثال، بقيادة السيارة - أو بالتصويت - على الرغم من أن ملك السعودية التقدمي نسبيا أعلن خططا ستسمح للنساء بالتصويت في بداية العام 2015 [198]. على الرغم من أن 93 في المائة من الفجوة بين الجنسين في مجال التعليم قد جرى إغلاقها على مستوى العالم، فإنه لم يجر إغلاق إلا أقل من 60 في المائة من الفجوة الموجودة بالنسبة إلى المشاركة الاقتصادية[199]، و18 في المائة فقط من الفجوة الموجودة بالنسبة إلى المشاركة السياسية.

زاد العقل العالمي من تسارع المطالب من أجل تمكين المرأة في جميع أنحاء العالم؛ تشكل النساء أكثر من نصف مجموع مستخدمي الشبكة الاجتماعية عالميا، وما يقرب من نصف مجموع مستخدمي الإنترنت. عندما تنكشف النسوة على المعايير المحبَّذة للمساواة بين الجنسين في الدول المتقدمة، فمن الطبيعي أن يتولد لديهن شغف شديد للتغيير.أصبحت النساء تذهب إلى أماكن العمل في جميع البلدان تقريبا بأعداد تفوق أعداد الرجال، مما يعكس تغييرا تاريخيا في المواقف العالمية إزاء عمل المرأة خارج المنزل. في الواقع، على مدى السنوات الأربعين الماضية، كان وجود النساء في مواقع العمل بنسبة امرأتين مقابل كل رجل[200]. ولقد أحدثت النسوة فارقا معينا في القدرة التنافسية للبلدان السريعة النمو في شرق آسيا، حيث يوجد 83 امرأة في القوى العاملة مقابل كل 100 رجل[201]. وكان لهن أكبر الأثر في

العديد من الشركات العاملة في مجال التصدير، بما في ذلك الملابس والمنسوجات - حيث احتلت النسوة ما بين 60 إلى 80 في المائة من الوظائف[202].

وقد قدرت مجلة الإكونوميست على مستوى العالم أن «التوظيف المتزايد للمرأة في الاقتصاديات المتقدمة قد أسهم في النمو العالمي أكثر بكثير مما قدمته الصين»[203]. في البلدان المتقدمة كمجموعة، يصل إسهام المرأة في الإنتاج إلى أقل بقليل من 40 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي[204]. ومع ذلك، هناك خلل آخر في الطريقة التي يقاس بها الناتج المحلي الإجمالي - اكتشفه كوزنتس عندما عرض ذلك لأول مرة في العام -1937 وهو أنه لا يحدِّد أي قيمة اقتصادية للعمل الذي تقوم به النساء (وبعض الرجال) في المنزل: تربية الأطفال، وإعداد وجبات الطعام، وتنظيف المنزل، وإلى ما هنالك من مهام منزلية. إذا ما جرى حساب قيمة هذه الأعمال المنزلية في البلدان المتقدمة بالمبالغ التي تُدفع للمربيات، والطباخين، وخدم المنازل، فإن المساهمة الإجمالية للمرأة في الناتج المحلي الإجمالي ستصل إلى أكثر من 50 في المائة[205].

إن انتقال النساء إلى العمل في الوظائف خارج المنزل كانت له آثار اجتماعية مذهلة. في الولايات المتحدة الأمريكية، خلال العقود الثلاثة بين ستينيات وتسعينيات القرن العشرين، كانت النسبة المئوية للنساء المتزوجات اللواتي لديهن أطفال تقل أعمارهم عن ست سنوات من العمر ويعملن خارج المنزل قد ارتفعت بحدة من 12 في المائة إلى 55 في المائة[206]. النسبة المئوية لجميع الأمهات اللواتي لديهن أطفال صغار واخترن العمل خارج المنزل ارتفعت خلال العقود الثلاثة نفسها من 20 إلى 60 في المائة[207].

هذه التغيرات الاجتماعية هي أيضا من بين العديد من العوامل التي تسهم في داء السمنة. بما أن العديد من الأمهات يعملن الآن خارج المنزل، ونسبة أكبر من الأطفال يعيشون في أسر يعمل فيها كلا الوالدين، فإن عددا أكبر من الناس يتناولون الوجبات السريعة، ووجبات المطاعم الأخرى، والوجبات المصنَّعة والمنتجات الغذائية المصممة للتحضير السريع عن طريق الميكروويف مثلا. كما ازدادت أحجام الحصص الغذائية أيضا إلى جانب مؤشر كتلة جسم الإنسان. كل ذلك يضيف إلى ما يسميه كيسلر «فرط الأكل المُكيَّف»[208].

تبين الدراسات أيضا أن الأطفال الذين يعيشون في الأحياء الفقيرة التي يقطنها أصحاب الدخل المحدود يقوم أولياء الأمور والقائمون على رعايتهم بتشجيعهم على مشاهدة التلفزيون لفترات أطول من المتوسط، وذلك بسبب المخاوف الأكبر بشأن سلامتهم إذا ما خرجوا للعب خارج المنزل في تلك الأحياء المعرضة، لنَقُل نسبيا، إلى مزيد من العنف[209]. هذا يعكس اتجاها عالميا للناس من جميع الأعمار، الذين يقضون المزيد من الوقت على شاشات إلكترونية متصلين بالعقل العالمي، الذين من المرجح، في المتوسط، أن يشتغلوا في وظائف لا تتطلب الكثير من النشاط البدني كما كانت الحال في الماضي. وأحد العوامل الأخرى المساهمة في زيادة السمنة هو الاتجاه نحو مزيد من قيادة السيَّارة وقليل من المشي.

العائلة المتغيرة

أدت زيادة مشاركة المرأة في القوى العاملة، والتغييرات الجذرية في تعليم النساء، والتغيرات في القيم الاجتماعية أيضا إلى تغييرات هيكلية كبيرة في مؤسسة الأسرة. فقد ارتفعت حالات الطلاق بشكل كبير في كل جزء تقريبا من العالم، ويرجع ذلك جزئيا إلى التشريعات الجديدة التي سهلت عملية الحصول على الطلاق، وجزئيا وفق رأي بعض الخبراء إلى زيادة مشاركة المرأة في القوى العاملة[210]. يلاحظ بعض الخبراء أيضا دور العلاقات عبر الإنترنت؛ وفقا لتحليلات عدة، يتعلق ما بين 20 و30 في المائة من جميع حالات الطلاق[211] في الولايات المتحدة بالفيسبوك الآن.

ارتفع أيضا متوسط سن الزواج بالنسبة إلى المرأة بشكل ملحوظ، وازدادت نسبة الرجال والنساء ممن يقررون عدم الزواج على الإطلاق. قبل خمسين عاما، كان ثلثا مجموع الأمريكيين الذين في سن العشرين من أعمارهم متزوجين. الآن، النسبة هي الربع فقط[212]. حتى إن هناك العديد من الأزواج الذين يعيشون معا - وينجبون الأطفال - ولكن من دون عقد زواج رسمي بينهما[213]. واحد وأربعون في المائة من مواليد الأطفال في الولايات المتحدة هم من النساء غير المتزوجات[214]. قبل خمسين عاما، كانت نسبة الأطفال من نساء غير متزوجات في الولايات المتحدة هي 5 في المائة فقط[215]. اليوم، الرقم المقابل بين الأمهات تحت سن الثلاثين هو 50 في المائة [216]. النسبة بين الأمهات الأمريكيات من أصول أفريقية من جميع الأعمار[217] هي الآن 73 في المائة [218].

في الترتيب العام للبلدان على أســاس المســاواة بين الجنسين، تحتل المراتب الأربع العليا كل من أيســلندا، والنرويج، وفنلندا، والسويد؛ فيما يأتي اليمن في أدنى مرتبة[219]. ومع ذلك، فإن المشــاركة السياســية للمرأة لاتزال متأخرة كثـيرا عن معظم المؤشرات الأخرى للمســاواة بين الجنســين. وعلى مقياس عالمي، تشــكل النســاء أقل من 20 في المائة من البرلمانات المنتخبة، مع وجود النســبة الأعلى (42 في المائة) في بلدان الشــمال الأوروبي (البلدان الإســكندنافية) والنسبة الأدنى (11.4 في المائة) في الدول العربية[220]. الولايات المتحدة هي بالكاد فوق المتوسط العالمي. دولتان في العالم فقط لديهما أغلبية نسائية في البرلمان – الأولى هي واحدة من أصغر البلدان، أندورا، والأخرى هي من أفقر البلــدان، رواندا، التي وضعت في أعقاب مأســاة العام 1994 شرطا في الدســتور ينبغي بموجبه أن تكون النســبة التمثيلية للنســاء في البرلمان لا تقل عن 30 في المائة [221] من برلمانها من النساء. إن تمكين المرأة في مجال إدارة الشركات لايزال منخفضا - 7 في المائة فقط من مجالس إدارات الشركات في العالم [222] مؤلفة من النساء.

جميع العوامل الأربعة التي تســهم في تخفيض معدلات النمو السكاني مرتبطة بتوســيع الديموقراطية التشــاركية وحق المــرأة في التصويت. في تلــك البلدان التي تُصوت فيها المرأة بنســب عالية، من الواضح وجود مزيــد من الدعم للبرامج التي تقلل من معــدل وفيات الأطفال، وتمنح التعليم للفتيــات، وتزيد من تمكين المرأة، وتكفل مستويات عالية من الوصول إلى إدارة النسل.

في معظــم البلــدان الصناعية الغنيــة، انخفضت معدلات المواليــد بسرعة إلى درجة أن بعضها بدأ يشــهد انخفاضا في عدد السكان. لدى روسيا، وألمانيا، وإيطاليا، والنمســا، وبولندا، وعدة بلدان أخرى في شرق وجنوب أوروبا الآن معدلات خصوبة أدنى بكثــير من معدل الإحلال(*)[223]. اليابان، وكوريا الجنوبية والصين والعديد من الدول في جنوب شرق آسيا انخفضت أيضا تحت معدل الإحلال. وقد انخفض معدل المواليد في الولايات المتحدة إلى أدنى مستوياته في العام 2011 [224].

في عدد قليل من هذه البلدان، انخفض معدل النســل إلى درجة أصبحت معها مهددة بخطر الســقوط في ما يسميه علماء السكان (الديموغرافيون) فخ النسل. أي

(*) معدل الإحلال replacement rate هو عدد الأطفال المطلوب للحفاظ على مســتويات الســكان الحالية، أو ما يعرف بصفر النمو السكاني. [المحررة].

أن عددا أقل من النســاء اللواتي في ســن الإنجاب والولادة سيكون لديهن عدد أقل من الأطفال، مما يضيف مزيدا من الانخفاض المفاجئ والحاد في عدد السكان. ومن المتوقع أن ينخفض عدد ســكان اليابان من 127 مليونا اليوم إلى 100 مليون بحلول منتصف القرن الحالي، و64 مليونا بحلول العام 2100 [225].

تبنت كل من السويد وفرنسا سياسات منذ بضع سنوات لزيادة النسل وتجنب الســقوط في فخ النسل؛ وينفق كلا البلدين نحو 4 في المائة من الدخل القومي على البرامج التي تدعم الأسر وتسهل على الآباء والأمهات عملية إنجاب الأطفال إذا كانوا يرغبون في ذلك: إجازة أمومة وأبوة ســخيّة، فترة حضانة مدرســية مجانية للأطفال، رعايــة ذات جودة عالية للأطفال بأســعار رمزيــة، رعاية صحية ممتــازة للأطفال والأمهات، حماية النســاء اللواتي يرجعن إلى مســارات حياتهــن المهنية بعد إنجاب الأطفال، وغيرها من المزايا والفوائــد[226]. كلا البلدين أصبح الآن مرة أخرى مقاربا لمعدل الإحلال للنسل [227].

على النقيض من ذلك، فشــلت اليابان وإيطاليــا في تقديم مثل هذه الخدمات ولم يتمكنا حتى الآن من إبطاء الانخفاضات الحاصلة في النســل[228]. ونتيجة لذلك، ســيواجه كلا البلدين قريبا صعوبة كبيرة في تمويل المعاشات التقاعدية بسبب تغيير جذري في نســبة السكان في ســن العمل مقابل (إلى) نسبة السكان من المتقاعدين. العقــود الاجتماعية التي تقوم على آليــات التمويل التي تفرض ضرائب على العمل لدفع رواتب التقاعد هي أشــد وطأة بكثير للأشــخاص العاملين، وذلك عندما يكون عدد الأشخاص الذين في سن العمل أقل بكثير بالمقارنة مع عدد الأشخاص المتقاعدين.

طول العمر

ســواء بدرجــة كبيرة أو قليلة، فإن هــذا الواقع الديموغرافي الجديد هو ســبب رئيــس لأزمــات الميزانية في معظم الــدول المتقدمة في العالم اليــوم. وبالمثل، بما أن الرعاية الصحية تستخدم بشكل مكثف من قبل كبار السن، فقد أسهمت التغييرات الديموغرافية ذاتها في أزمات ميزانية البلاد المتقدمة المخصصة لبرامج الرعاية الصحية - وأغلبها في الولايات المتحدة الأمريكية، وذلك بسبب التكلفة الأكبر للرعاية الصحية للفرد الواحد[229] مقارنة مع أي دولة أخرى.

الحجم النسبي للسكان المتقاعدين يتزايد أيضا بسبب زيادة كبيرة في متوسط الأعمار في كل مكان تقريبا. والأمر العجيب، هو أن أكثر من نصف الأطفال الذين وُلدوا في البلدان المتقدمة بعد العام 2000 من المتوقع أن يعيشوا إلى ما بعد سن المائة العام[230]. في الولايات المتحدة، أكثر من نصف الأطفال الذين وُلدوا في العام 2007 سوف يعيشون إلى ما بعد الرابعة بعد المائة من العمر[231].

تسبب هذه الثورة في طول العمر البشري تعديلات هائلة في جميع أنحاء العالم. على الرغم من صعوبة العثور على إحصائيات بهذا الشأن، يعتقد علماء الأنثروبولوجيا أن متوسط العمر الافتراضي للإنسان على مدار المائتي ألف سنة الأخيرة كان على الأرجح أقل من ثلاثين عاما؛ فيما يعتقد البعض أنه أقل من ذلك بكثير[232]. بعد الثورة الزراعية وبناء المدن، بدأ طول العمر يتصاعد ببطء، ولكن لم يصل متوسط طول العمر إلى 40 عاما حتى منتصف القرن التاسع عشر[233]. ولكن في السنوات المائة والخمسين الأخيرة، ارتفع متوسط الأعمار في جميع أنحاء العالم إلى التاسعة والستين - وفي معظم البلدان الصناعية يصل الآن إلى أواخر السبعينيات[234].

لعبت التحسينات في المرافق الصحية، والتغذية، والرعاية الصحية - لاسيما إنتاج المضادات الحيوية واللقاحات، والأدوية الحديثة الأخرى - دورا مهما في زيادة طول الأعمار. ولكن مستويات التعليم، ومحو الأمية، وتوزيع المعلومات حول الرعاية الصحية كانت له أيضا تأثيرات كبيرة. الوصول إلى المعلومات عبر الإنترنت عن الصحة والسلامة بدأت أيضا تؤدي دورا أكثر أهمية. وقد زادت العولمة والتمدُّن أيضا من حجم هذه العوامل في بعض البلدان، ما أدى إلى زيادات أسرع في طول العمر. من المتوقع أن تضاعف الصين نسبة سكانها المتمثلة بأولئك الذين في سن الخامسة والستين وما فوق في السنوات الخمس والعشرين المقبلة[235].

لا تمثل النسبة الأكبر من كبار السن في بعض البلدان سوى صورة واحدة فقط عن كيفية حدوث التغييرات في المجتمعات ليس عن طريق الحجم المطلق للسكان فحسب، بل أيضا عن طريق التغيرات في التوزيع في مختلف الفئات العمرية. عندما يدخل جيل طفرة المواليد في القوى العاملة، يمكن أن تشهد المجتمعات التي لديها وفرة من فرص العمل التي تحتاج من يشغلها إلى مكاسب إنتاجية هائلة. ولكن بعد سنوات، عندما يصبح الجيل نفسه في عمر الشيخوخة،

سـيكونون في بعض الأحيـان أقل قدرة عـلى التكيف بسرعة مـع التكنولوجيا الجديدة والمطالب الجديدة للمرونة في سـوق العمـل، كما هي الحال في عصر شركة الأرض. وإذا أدى الانخفاض اللاحق في معدلات النسـل إلى أجيال متعاقبة أصغر تدخل في سوق العمل لتحل محلها، فإن الفئة نفسها التي طالبت بالتغيير الثوري في شبابها ستبدأ بالمطالبة بمعاشات تقاعدية أكبر ورعاية صحية أفضل في أثناء شيخوختها.

تتمتـع الصين بطفرة اقتصادية على مدى العقود الثلاثة الماضية، تسيّر عجلتها قوى عاملة فتيّة. ولكن في غضون العامين المقبلين، سـيبدأ عدد سكان الصين الذين في سـن العمل بالانخفاض، وبحلول العام 2050 سـيكون ثلث الصينيين بالكامل في سـن السـتين وما فوق[236]. وبالمثل، فإن النسبة المئوية لسكان الهند الذين في سن الخامسة والستين ستتضاعف خلال السنوات السبع والثلاثين نفسها، علما بأن نسبة كبار السن ستظل تمثل نصف النسبة الموجودة في الصين[237].

شهدت اليابان طفرة اقتصادية لافتة عندما كانت أعلى نسبة من القوى العاملة لديها هي من الشباب، ولكن تزامن تباطؤها الاقتصادي على مدى العقدين الماضيين مع تقدم عمر سكانها. في العام 2012، اشترى اليابانيون حفاظات للكبار بكمية أكبر مـن حفاظات الأطفال[238]. ومع حلول منتصف القرن، فإن متوسـط العمر لديها، الذي يعتبر الأكبر في العالم، والذي كان ثلاثة وأربعين عاما في العام 2012، سـيصبح سـتة وخمسـين عاما. على الصعيد العالمي، من المتوقع أن يزداد المتوسـط من 28 اليوم إلى 40 بحلول منتصف هذا القرن[239].

كلـما كان هناك جيل كبير للغاية من الشـباب مقارنة ببقية المجتمع، يمكن أن يسـهم أيضا ما يسـمى بالتضخم الشبابي في الضغوط التعطيلية أو حتى الثورية إذا لم يكـن لدى المجتمع عدد كاف من فرص العمل - خصوصـا للذكور الذين تتراوح أعمارهم بين ثمانية عشر وخمسة وعشرين عاما. يعتقد المؤرخون الديموغرافيون أن النسبة الكبيرة نسبيا من الشبان في فرنسا قبل أكثر من 200 سنة هي التي أسهمت في ممارسـة الضغوط التي أدت إلى اندلاع الثورة الفرنسية [240]. ويسري الأمر ذاته على الحرب الأهلية الإنجليزية خلال القرن السابع عشر وأغلبية الثورات في البلدان النامية[241] خلال القرن العشرين. تزامنت الثورات السياسية والثقافية في ستينيات

القرن العشرين في الولايات المتحدة مع مرحلة الشباب لطفرة المواليد التي جاءت في أعقاب الحرب العالمية الثانية[242].

في تسعينيات القرن العشرين، وفقا لمنظمة العمل الدولية للسكان، شَهِدت الدول التي لديها أكثر من 40 في المائة من البالغين ممن تتراوح أعمارهم بين 15 و29 صراعات أهلية أكثر بمرتين من معدل الدول الأخرى عموما[243]، وأكثر من ثلثي الصراعات الأهلية التي حدثت منذ سبعينيات القرن العشرين وقعت في دول فيها تضخمات شبابية[244]. منْ بين العوامل الكثيرة التي تسببت في حدوث الربيع العربي في 2011 كان الحجم المتفاوت من جيل البالغين الشباب في معظم الدول العربية. ولكن من الجدير بالذكر، أن أحد الباعة المتجولين في تونس هو الذي أطلق شرارة الربيع العربي خلال فترة ارتفاع أسعار المواد الغذائية في جميع أنحاء العالم[245].

واحدة من أكبر التضخمات الشبابية في العالم اليوم هي في إيران، وعلى الرغم من قمع المظاهرات في الشوارع والثورة الخضراء بوحشية، فإن الضغوط من أجل التغيير المجتمعي لاتزال تتعاظم. وبالمثل، تواجه المملكة العربية السعودية، حيث تنشط المعارضة والمظاهرات أحيانا أيضا، ضغوطا ديموغرافية مشابهة من أجل التغيير، وذلك لأن نسبة السكان المؤلفة من الشبان بين سن الخامسة عشرة والتاسعة والعشرين مرتفعة بشكل استثنائي، وعدد فرص العمل المتاحة لهم هي منخفضة بشكل استثنائي[246].

بمعظم هذه المقاييس الديموغرافية، تتمتع الولايات المتحدة بآفاق أكثر إيجابية من العديد من البلدان المتقدمة. فمتوسط العمر لديها يتصاعد، ولكنه سيصل إلى سن 40 فقط عند حلول منتصف هذا القرن[247]. معدل النسل لديها هو أعلى من معدل الإحلال، ويرجع ذلك جزئيا إلى الهجرة و(نسل) خصوبة السكان المهاجرين [248].

الهجرات

في العام 2010، جاء في تقرير للأمم المتحدة أن عدد سكان المهاجرين في العالم قد وصل إلى ما يقرب من 214 مليون شخص، مما يجعل النسبة المئوية للمهاجرين بين عدد سكان الدول المتقدمة 10 في المائة[249]، أي بزيادة قدرها

7.2 في المائــة عما كان الوضع عليه قبل عشرين عاما[250]. في العام الماضي والذي تتوافــر إحصائيات له (2009)، انتقل 740 مليــون مهاجر داخلي من منطقة إلى أخرى ضمن البلدان التي يعيشــون فيها[251]. المدن هي الوجهة الرئيســة لهؤلاء المهاجرين - ســواء كانوا مهاجرين خارجيين أو مــن أولئك الذين ينتقلون ضمن بلدانهم من منطقة إلى أخرى، ودائما ما تكون هذه الهجرة في الأغلب من المناطق الريفية إلى المدن.

أحــد الاتجاهات الجديدة هو أن عدد المهاجرين الخارجيين الذين ينتقلون من أحد البلدان النامية إلى بلد آخر يســاوي الآن تقريبا عدد المهاجرين الذين ينتقلون من البلــدان النامية إلى البلدان المتقدمة في العالم[252]. وعلى حد تعبير الأمين العام للأمم المتحدة: «وبعبارة أخرى، فإن أعداد الذين ينتقلون «من الجنوب إلى الجنوب» على وشك أن تصبح مساوية لأعداد الذين ينتقلون «من الجنوب إلى الشمال»[253].

وبالطبع على الرغم من الفوائد العديدة للهجرة - وليس أقلها إثراء المواهب في البلدان والمناطق التي يهاجرون إليها – فإن المهاجرين الدوليين (الخارجيين) يجلبون معهــم بعض الاتجاهات الخطيرة في العديد من البلدان. رُهاب الأجانب، وما يرتبط بــه من تمييز وعنف ضد المهاجرين - وخاصة أولئك الآتين من أعراق، وجنســيات، وثقافات، وأديان مختلفة بشكل ملحوظ عن الأغلبية السائدة في البلد الذي هاجروا إليــه - أصبح أكثر حدة في المناطق التي تعاني بشــدة ارتفاع معــدلات البطالة بين المواطنين، وفي البلدان التي ترى أن نســبة المهاجرين الخارجيين تشــكل خطرا يهدد ثقافة الأغلبية، وتقاليدهم، وازدهار مستقبلهم.

في أثينا، يخرج أنصار النازية الجدد بدوريات في الشــوارع ويهاجمون بوحشية المهاجريــن المســلمين المقبلين بأعداد متزايدة من عدة دول، تشــمل أفغانســتان، وباكستان، والجزائر[254]. في موسكو وبعض المدن الروسية الأخرى، يعتدي النازيون الجدد، حليقو الرؤوس، وغيرهم من الجماعات اليمينية المتطرفة أيضا بوحشية على المهاجرين – الذي يأتي معظمهم من مناطق مثل الشيشان عبر إقليم القوقاز، حيث توجد مجموعات سكانية كبيرة من المسلمين[255].

يشــكل المهاجرون الآن 20 في المائة أو أكثر من الســكان في واحد وأربعين بلدا حــول العالم؛ ثلاثة أرباع هذه البلدان لديها أقل من مليون مهاجر[256]. وهناك الآن

ثمانٍ وثلاثون دولة من الدول الكبرى يشكل فيها المهاجرون عبر الحدود نسبة 10 في المائة أو أكثر من السكان[257].

الهند ســوف تستكمل في القريب العاجل بناء سياج حديدي طوله 2,100 ميل، وارتفاعه 2.5 متر[258] على طول حدودها مع بنغلاديش. باعتبارها أكثر الدول تضررا من الآثار الأولى للتغير المناخي، شــهدت بنغلاديش موجة من الهجرة الداخلية من المناطق الســاحلية المنخفضة والجزر البعيدة عن الشــاطئ[259] في خليج البنغال، حيث يعيش حاليا أربعة ملايين شــخص[260]. ومن المتوقع أن يرتفع عدد الســكان الإجــمالي في بنغلاديش[261] مــن 150 مليونا اليوم إلى 242 مليونا على مدار العقود القليلة القادمة.

وقــد كانت بنغلاديش أيضا مقصــدا لعدد كبير من المهاجريــن الخارجيين من أفغانســتان منذ الغــزو الأمريكي. أثار وجــود عدد كبير بين هــؤلاء المهاجرين من الجهاديــين وأعضاء حركة طالبان مخاوف الهند إزاء تصاعد التطرف الإســلامي على جانــب الحدود مع بنغلاديش. بيد أن الضغوط الاقتصادية المســتمرة في بنغلاديش هــي المصدر الرئيس الذي يدفع إلى الهجرة عبر الحدود باتجاه الهند وعبر الهند إلى وجهات أخرى.

حتــى في الولايــات المتحدة، حيــث تعتبر الهجــرة قصة تاريخيــة ناجحة، ولّد ازديــاد عدد المهاجرين الشرعيين وغير الشرعيين في المرحلة الأولى من القرن الحادي والعشريــن نوعا من الضغط الاجتماعي. يعيش حاليا عــشرون في المائة من جميع المهاجرين الخارجيين في الولايات المتحدة، علما بأن لديها 5 في المائة فقط من سكان العالم[262]. خلال فترة الاثني عشر شهرا التي انتهت في يوليو 2011، فاق عدد مواليد الأطفــال «غير البيــض» عدد المواليد البيض لأول مرة في التاريخ[263]. القلق بشــأن الهجرة غير الشرعية من المكسيك وبلدان أخرى خلال الفترة نفسها يعتبر وفق خبراء الإرهاب المحلي كعامل أساسي في ارتفاع عدد جماعات الكراهية[264].

تشير دراســة حديثة أجراها معهد بروكينغز إلى أن «الأقليات تمثل 92 في المائة من النمو السكاني في البلاد في العقد الذي انتهى في العام 2010»[265]. انخفض عدد الأطفال البيض في الولايات المتحدة بنســبة 4.3 مليون، فيما ارتفع عدد الأطفال من أصول إســبانية وآسيوية بنسبة 5.5 مليون نسمة[266]. وبالفعل، فإن أكثر من نصف

مـدن الولايات المتحدة تهيمن عليها أغلبية مـن الأقليات، التي يمثل أكبر جماعتين فيها المهاجرون من أصول إسبانية لاتينية بنسبة 26 في المائة والأمريكيون من أصول أفريقية بنسبة 22 في المائة[267]. يمثل المهاجرون من أصول إسبانية لاتينية الآن أكبر مجموعة من الأقليات في الولايات المتحدة الأمريكية[268].

وصلـت الجماعات الإرهابية المحليـة في الولايات المتحدة إلى ذروتها بالفعل في تسعينيات القرن المنصرم وذلك بفترة وجيزة فقط قبل تفجير مبنى المكتب الفدرالي في مدينـة أوكلاهوما[269]. تراجع هذا العـدد بحدة على مدار أكثر من اثنتي عشرة سـنة حتى فترة تنصيب باراك أوباما رئيسا، التي أفرزت في الظاهر موجة متصاعدة من جديد ما بين 2009 و2012 [270] إلى مسـتويات أعلى بكثير من الذروة السابقة. يعـزو مركز القانون الجنوبي للفقر هذا التصاعد إلى التغيرات في البنية الديموغرافية لأمريـكا: «يتمثل هذا التغيير الحقيقي والمهم بكل معنى الكلمة في شـخص باراك أوباما. لقد شـهدنا بالطبع نموا ملحوظا في اليمـين المتطرف منذ العام 2008، الذي تزامن بالضبط مع السنوات الثلاث الأولى لولاية الرئيس أوباما»[271].

وللمفارقـة، انخفض صافي الهجرة من المكسـيك إلى الصفر في العام 2012، على الرغـم من تواصـل الهجرة من العديد مـن البلدان الأخـرى[272]. لقد فاق تدفق المهاجرين الآسيويين إلى الولايات المتحدة أعداد المهاجرين من أصول لاتينية[273] في العام 2009. ووفقا لدراسـة بروكينغز، «حتى وإن توقفت الهجرة غدا، سـنصل إلى هيمنـة الأغلبية الوطنية للأقليات بحلول العـام 2050 (وبحلول العام 2023 إذا ما استمرت وتيرة اتجاهات الهجرة الحالية على هذا المنوال)»[274].

يُسـبب معدل المواليد المرتفع نسبيا في الأراضي الفلسطينية، مقارنة مع معدل المواليد من اليهود في إسرائيل، تغيرات في التحليلات السياسية لكل من الفلسطينيين والإسرائيليـين بشـأن كيفية تقييم الخيارات المحتملة لتسـوية، أو على الأقل إدارة، التوتر في المنطقة. وقد أدى نفس المعدل التفاضلي للمواليد إلى زيادة قدرها سـبعة أضعـاف في عدد سـكان الأقلية العربية الموجـودة داخل حـدود إسرائيل منذ أن تأسسـت الدولة الحديثة، ما يؤدي إلى مخاوف لطالما أعرب عنها بعض الإسرائيليين بـأن الاتجاهـات الديموغرافية قـد تفرض في أحد الأيـام الاختيار ما بـين الطبيعة اليهودية لدولة إسرائيل والمبدأ الديموقراطي لحكم الأغلبية[275].

هنـــاك أيضـــا في كثير مـــن الأحيان عواقب ســـلبية في البلدان التـــي يرحل عنها عدد كبير من المهاجرين. وأهمها المشـــكلة الناجمة عن هجرة الأدمغة عندما يقوم المحترفـــون من ذوي المهارات العالية - مثل الأطبـــاء والممرضات - بمغادرة بلدانهم الأصلية، وذلك يعود بشكل جزئي إلى أن مهاراتهم تسهِّل عليهم فرص الحصول على وظائف برواتب مجزية ومســـتويات معيشية أعلى في البلدان المتقدمة[276]. عندما تهاجر الأسر من الطبقة الوســـطى، غالبا ما يؤدي ذلك إلى تضاؤل الدعم في بلدانهم الأصلية لاستمرار الاســـتثمارات في المصالح العامة مثل التعليم والرعاية الصحية. في الوقت نفســـه، فإن ارتفاع نســـبة الســـكان المهاجرين والأقليات المحلية في البلدان المتقدمـــة يبدو أنه في بعـــض الأحيان يضعف العقد الاجتماعـــي الذي يدعم توفير المصالـــح الخاصـــة - كالتعليم العام - عندما ينجم عن ظواهـــر الرحيل إلى المدارس الخاصة تخفيض دعم ميزانيات المدارس الحكومية[277].

عـــلى الرغم من ذلك، فقد تبنـــى العديد من بلدان المقصد سياســـات مُصمَّمة لجـــذب المهاجرين من أصحـــاب المهارات العالية. وقـــد أدت الحاجة إلى عمال من ذوي الأجـــور المتدنيـــة في كثير من البلدان المتقدمة التـــي لديها قوة عاملة أقل من الحـــد الأمثل أيضا إلى توسُّـــع كبير في برامج العمالة المؤقتـــة - خصوصا في الولايات المتحدة، وأســـتراليا، والمملكة المتحدة[278]. كـــما أن الكليات والجامعات أيضا زادت من عمليات توظيف الطلاب المهاجرين من البلدان الأجنبية.

يشهد العديد من الدول والمناطق التي يتحدر منها هؤلاء المهاجرون أيضا بعض المزايا الإيجابية، لاســـيما عن طريق الحـــوالات المالية، خصوصا من المهاجرين الذين يهاجرون من الدول ذات الدخل المتدني والمتوســـط. بلـــغ مجموع الحوالات المالية التي أرسلها المهاجرون إلى أسرهم 351 مليار دولار في العام 2011، ومن المتوقع أن يصل إلى 441 مليار دولار[279] في العام 2014.

يُعْتقد أن كمية الحوالات التي يرســـلها المهاجـــرون الداخليون إلى مجتمعاتهم الأصلية هي أكبر من ذلك بكثير. في الصين، يرسل المهاجرون الداخليون من المناطق الريفية في المتوســـط 545 دولارا سنويا إلى مواطنهم الأصلية من المدن التي يعملون فيهـــا[280]. في بنغلاديش، قدرت جمعية «التحالف مـــع فقراء المدن» أن المهاجرين من المناطق الريفية إلى العاصمة دكا يرســـلون بشـــكل روتيني إلى مواطنهم الأصلية

ما يعادل 60 في المائة من دخلهم[281]. يُرسل المهاجرون الهنود من الولايات الفقيرة لـكل من أوتـار براديش، وبيهار، والبنغـال الغربية، الحوالات بشـكل روتيني من مومباي إلى مواطنهم الأصلية بمبالغ تشكل الأغلبية العظمى للأموال التي تتدفق إلى هذه الولايات الثلاث[282].

اللاجئون

إلى جانـب تدفقات المهاجريـن الخارجيين والداخليين توجـد الأعداد المتزايدة للاجئين. وحسـب المعاهـدة الدولية الخاصـة باللاجئين، فإن تعريـف اللاجئ هو الشـخص الذي، على خلاف المهاجر، يترك بلده الأصلي بسبب الخوف من العنف أو الاضطهاد. أُرغم ما يقرب من 44 مليون شـخص حول العالم على مغادرة مواطنهم الأصلية بسـبب الـصراع أو الاضطهاد القائـم - والذي يصنـف 15.4 مليون منهم كلاجئين - و27.5 مليون شخص آخر كنازحين بسبب العنف والاضطهاد الممارس ضد المجتمعات الجديدة داخل بلدهم[283].

يذكر المفوض السامي لشؤون اللاجئين في الأمم المتحدة، أنطونيو غوتيريس، أن 70 في المائة من اللاجئين الحاليين يعيشـون على هذه الحالة منذ أكثر من خمس سـنوات، ونتيجة لذلك: «يصبح الأمر أكثر فأكثر صعوبة لإيجاد حلول لهم»[284]. هناك نحو اثني عشر مليونا منهم من عديمي الجنسـية، بمعنى أنه لا وطن لهم يذهبون إليه [285]. في السنوات الخمس الماضية، وللمرة الأولى، انتقل عدد أكبر من اللاجئين إلى المدن بدلا من مخيمات اللاجئين [286]. في حين انتقل عدد متسـاوٍ من المهاجرين إلى البلدان المتقدمة والنامية، يعيش 80 في المائة من اللاجئين في المناطق الفقيرة من العالم[287].

جميع بلدان المنشـأ بالنسـبة إلى اللاجئين غارقة في نزاعات عنيفة، بما في ذلك الصومـال، وجمهورية الكونغو الديموقراطية، وميانمار، وكولومبيا، والسـودان[288]. أكبر دولتي منشـأ لتصدير اللاجئين هما أفغانسـتان والعراق[289]. القرار المشـؤوم الذي اتخذته الولايات المتحدة الدول في العام 2002 في غزو العراق - ومن ثم إطالة أمد النزاع في أفغانسـتان أيضا، بقرار سـحب القوات التي كانت تحاصر أسامة بن لادن قبـل الأوان - كانت له تداعيات مؤثرة في المنطقة بأسرها، أسـهمت في إغراق دول الجوار بطوفان من اللاجئين.

لقد فــرَّ ثلاثة ملايين أفغاني ممن شردتهم الحــرب في بلادهم وتوجه معظمهم إلى باكســتان (1.9 مليــون أفغاني) وإيران (مليون أفغــاني)[290]. وقد نزح أيضا 1.7 مليــون لاجئ من العراق في الأغلب إلى الدول المجاورة[291]. في الواقع، وفقا لتقرير التنمية العالمي، أكثر من ثلاثة أرباع النازحين حول العالم تجري استضافتهم في الدول المجــاورة لبلدانهم الأصليــة[292]. يعيش العدد الأكبر منهم الآن في آســيا والمحيط الهادئ (2 مليون - معظمهم في جنوب آســيا)، وجنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا (2.2 مليون - 403,000 منهم في بلد واحد، وهي كينيا!)، والشرق الأوســط وشمال أفريقيا (1.9 مليون آخر)[293].

ومــع ذلك، وَجَدَ أكثر مــن 1.6 مليون لاجئ، والغالبيــة العظمى منهم من المســلمين، طريقهم إلى أوروبا، ما أدى إلى تفاقم توترات رُهاب الأجانب وتزايد المخاوف من التطرف لدى المجموعات الســكانية من الشــباب المسلم الذين لم ينســجموا إلا بشــكل ضعيف مع الحياة في أوروبا؛ ويشــكل المسلمون بالفعل 5 في المائة من ســكان أوروبا[294]. أدت موجة المهاجرين الخارجيين من شــمال أفريقيا وجنوب آســيا إلى أوروبا أيضا إلى ظهور رُهاب الأجانب من جديد، حتى في البلدان التي كانت تُعرف سابقا بالتزامها مبدأ التسامح. في الكثير من البلدان الأوروبيــة، عَمِل المزيج المكون من الضغوط الاقتصاديــة والأعداد المتزايدة من المهاجرين، لا ســيما المهاجرين المســلمين، على إحداث خلل في التوازن السياسي حيث تقوم الجماعــات اليمينية المتطرفة والجماعات الأصولية باســتغلال عدم الارتياح الشعبي[295].

الفئة الجديدة من اللاجئين الأسرع نموا هي فئة لاجئي المناخ. على رغم أنهم لا يصنَّفون قانونيا كلاجئين (لأن التعريف الوارد في بروتوكول اللاجئين يتطلب أن يكون المصدر الذي يدفعهم إلى اللجوء هو الخوف من عنف أو اضطهاد الآخرين)، فإنهم مع ذلك يوصفون بشكل روتيني كلاجئين، لأن هجرتهم من بلدانهم ليست طوعية. أشــار الأمــين العام للأمم المتحدة بــان كي مون في تقرير الأمــم المتحدة حول حالة اللاجئين في العالم الصادر في يونيو 2012، إلى أن الأسباب التقليدية للتهجير القسري: «الصراعات وانتهاكات حقوق الإنســان» هي الآن «متشابكة إلى حد كبير ومتداخلة مع عوامل أخرى» يتعلق الكثير منها بـ«التقدم الدؤوب لتغير المناخ»[296].

أعلنت إسرائيل خطة وطنية كبرى في مايو الماضي (مايو 2012) بشأن تغير المناخ تضمنت توصية لبناء «أسوار بَحريّة» بالقرب من حدودها البحرية على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط، متصلة بحواجز شائكة (غير سالكة) على حدودها البرية، من أجل الحماية ضد الموجة المتوقعة من لاجئي المناخ[297]. « تغير المناخ وصل إلى هنا بالفعل، ويتطلب منا استعدادات شاملة »، هذا ما قاله وزير حماية البيئة الإسرائيلي جلعاد إردان[298]. وقد أشارت الدراسة إلى أن: « نقص المياه، والاحترار وارتفاع مستوى سطح البحر، حتى لو كان ذلك سيحدث وفق جدول زمني مختلف، سوف يجلب حركات الهجرة من جميع المناطق الفقيرة إلى أي مكان يمكنهم اللجوء إليه هربا من ذلك»[299].

أضاف أحد قائدي الفريق اللذين يشرفان على التقرير، وهو البروفيسور أرنون سوفير من قسم الجغرافيا في جامعة حيفا، قائلا: «إن موجة الهجرة ليست مشكلة للمستقبل. إنها مشكلة اليوم، فهي قائمة الآن... وستزداد يوما بعد يوم». وبالإشارة إلى أن القوات البحرية الأوروبية تمنع معظم القوارب التي تحمل على متنها مهاجرين من الوصول إلى أوروبا، قال إنهم يضطرون إلى الذهاب إلى مكان آخر، ولكن «في الهند والنيبال واليابان يطلقون النار على هذه القوارب»[300]. وأشار الفريق إلى أنه من المتوقع أن ينزح لاجئو المناخ من أفريقيا، حيث جفّ ما يقرب من 800 بحيرة بشكل كامل خلال العقد الماضي، بما في ذلك البحيرة الكبرى سابقا في أفريقيا، بحيرة تشاد، التي جعلت الكثير من لاجئي المناخ يتجهون شرقا إلى داخل إقليم دارفور[301].

وقد أسهم الجفاف المستمر والتصحُّر في الصومال أيضا في الصراع العنيف الذي نشب هناك. ومن المتوقع أن يأتي لاجئو المناخ الآخرون الذين يحاولون الهجرة إلى إسرائيل من الأردن، والأراضي الفلسطينية، وسورية، ودلتا النيل في مصر[302]. بالإضافة إلى ذلك، لايزال من المتوقع أن يأتي مزيد من لاجئي المناخ الداخليين من النقب، التي انتقل منها بالفعل الكثير من البدو إلى المدن الواقعة وسط إسرائيل. وأضاف سوفير قائلا: «إذا كنا نريد الحفاظ على إسرائيل كدولة يهودية، فإنه يتعين علينا الدفاع عن أنفسنا مما أسميه لاجئي المناخ، تماما كما تفعل أوروبا الآن»[303].

كتب أخيرا مساعد وزيرة خارجية الولايات المتحدة الأمريكية كورت كامبل أن تأثير تغير المناخ في أفريقيا وجنوب آسيا، بما في ذلك «الانخفاض المتوقع في إنتاج الأغذية الطازجة ومياه الشرب العذبة، جنبا إلى جنب مع زيادة حدة الصراع الذي تشعل فتيله ندرة الموارد» من المرجح أن يولّد «طفرة في عدد المهاجرين المسلمين إلى الاتحاد الأوروبي (EU)»، ما سيضاعف عدد سكان مسلمي أوروبا في غضون السنوات الاثنتي عشرة المقبلة»، وأنها سوف تكون أكبر بكثير إذا أدت، حسب ما نتوقع، الآثار الناجمة عن تغير المناخ إلى مزيد من الهجرة من أفريقيا وجنوب آسيا»[304].

قبل بضع سنوات، قمت بزيارة جزر الكناري الإسبانية في أقصى جنوب الاتحاد الأوروبي، الواقعة قبالة ساحل غرب أفريقيا. ووجدت هناك الكثير من المحادثات التي تهيمن عليها مخاوف المقيمين من تدفق اللاجئين الذين يحاولون الهجرة عبر القوارب من أفريقيا إلى أكثر المواقع ملاءمةً لدخول الاتحاد الأوروبي. في بعض السنوات، حاول أكثر من 20 ألفا من الأفارقة خوض غمار الرحلة الخطرة عبر جزر الكناري[305].

على مدار القرن المقبل، يمكن للمجتمع الدولي أن يتوقع الملايين من لاجئي المناخ. ما يقرب من 150 مليون شخص يعيشون الآن في المناطق المنخفضة التي لا تعلو عن مستوى سطح البحر الحالي سوى متر واحد فقط أو أقل[306]. لكل متر إضافي من ارتفاع مستوى سطح البحر، سيضطر ما يقرب من 100 مليون شخص إلى هجرة الأماكن التي كانت موطنا لهم[307]. وهذا الرقم، بالطبع، لا يشمل اللاجئين من المناطق الجافة المتصحّرة.

سوف نقدم وصفا لأبعاد أزمة المناخ في الفصل الـ6 من هذا الكتاب، إضافة إلى الاستجابات الضرورية المكلفة والصعبة. لكن ما هو واضح الآن، هو أنه حتى وإن كان احترار الأرض العالمي في مراحله الأولى، فإن نمو الحضارة الإنسانية يضغط بالفعل بقوة على الموارد المحدودة التي تزيد من تعقيد قدرتنا على تأمين أسس الحياة الضرورية لمليارات البشر.

المياه الجوفية والتربة السطحية المهددة بالزوال

على سبيل المثال، وفي ما يتعلق بالتربة السطحية والمياه الجوفية، هناك انفصال بين المعدل الجنوني لاستغلال هذين الموردين من جهة، والمعدل البطيء جدا لإعادة

توليد (تجديد) أي مورد منهما من جهة أخرى. مستودعات المياه الجوفية المتجددة تمتلئ من جديد، في المتوسط، بمعدل أقل من نصف واحد في المائة سنويا[308]. وبالمثل، فإن التربة السطحية تتجدد بشكل طبيعي - لكن بمعدل بطيء على نحو بائس يصل إلى ما يقرب من 2.5 سنتيمتر كل 500 سنة[309].

في غضون السنوات الأربعين الماضية، أدى الإجحاف في استغلال التربة السطحية إلى فقدان كمية كبيرة من الإنتاجية على ما يقرب من ثلث الأراضي الصالحة للزراعة على الأرض[310]. من دون اتخاذ إجراءات عاجلة، يمكن أن تتدهور حالة غالبية التربة السطحية للأرض بشكل شديد أو تضيع قبل نهاية هذا القرن. في الصين، تُفقَد التربة السطحية بسرعة أكبر بسبعة وخمسين مرة من عملية الاستعاضة الطبيعية هذه؛ وفي أوروبا أسرع بسبع عشرة مرة. وفقا للأكاديمية الوطنية للعلوم، تُفقَد التربة السطحية في الولايات المتحدة بشكل أسرع بعشر مرات من إمكانية إعادة تجديدها[311]. إثيوبيا تفقد الآن ما يقرب من ملياري طن من التربة السطحية كل عام بفعل الأمطار التي تجرف التربة القابلة للتآكل أسفل المنحدرات الحادة من تضاريسها[312].

في حالة المياه الجوفية، أدى الاستنفاد الكامل تقريبا لبعض مستودعات المياه الجوفية المهمة والانخفاض الحاد في مستويات بعضها الآخر، إلى تركز اهتمام الخبراء في عديد من البلدان على مستقبل هذا المورد. تضاعف معدل الانحسار العالمي خلال النصف الاخير من القرن - والتوقع بأن الانحسار سيستمر في الازدياد وبوتيرة أسرع - جعل عديدا من الخبراء يشعرون بالقلق الشديد[313]. في عديد من المناطق، يتجاوز انحسار المياه عن مستودعات المياه الجوفية الآن بكثير معدل التجديد؛ والكثير من مستودعات المياه الجوفية تنخفض الآن عدة أمتار في السنة[314].

يبدو الأمر كأننا مصابون بالعمى الطوعي عن رؤية حقيقة علاقتنا الأساسية الكامنة مع الموارد المحدودة للأرض. غير أن هذا العمى الظاهري يزداد شدة بالطريقة الأساسية التي ينتهجها العالم في حساب الموارد الطبيعية، التي تعتبر استخدامها كنوع من الدخل بدلا من اعتبارها كنوع من السحب من رصيد رأس المال. وهذا الأمر، على حد تعبير الخبير الاقتصادي هيرمان دالي، «خطأ فادح في الحساب... ينبغي علينا على الأقل أن نضع التكاليف في كفة والأرباح في كفة أخرى ونحسب الفرق بينهما بالمقارنة»[315].

التمييز الأساسي بين إيرادات التشغيل والسحب من رأس المال أمر جوهري، سواء كنا نجري حساباتنا لشركة أو دولة. وحسب كلمات نص المحاسبة التقليدية، إذا ما أسيء فهم هذا التمييز وجرى حسابه بشكل خطأ، فإنه يؤدي إلى «الخلط العملي بين الدخل ورأس المال»[316]. فيما يشير نص محاسبة مبدع آخر إلى أن «الدخل الصافي لأي مؤسسة خلال أي فترة زمنية هو أعلى مبلغ يمكن توزيعه على مالكيها خلال تلك الفترة ولايزال لدى الشركة القيمة الصافية نفسها في نهاية الفترة كما في بدايتها... وبعبارة أخرى، يجب الحفاظ على رأس المال أولا ومن ثم تستطيع الشركة كسب الدخل». وينطبق هذا المبدأ نفسه على الدول وعلى العالم برمته[317]. اعترافا بهذا المبدأ، تبنّت اللجنة الإحصائية للأمم المتحدة في العام 2012 «نظاما للحسابات الاقتصادية والبيئية»[318] كخطوة نحو دمج العوامل البيئية الخارجية. في العام 2007، أطلق الاتحاد الأوروبي مبادرة «أبعد من الناتج المحلي الإجمالي»، ومن المقرر أن يصدر تقييم من جميع الدول الأعضاء «لرأسمالها الطبيعي» في العام 2014.

عندما حذر سيمون كوزنتس في العام 1937 من أن إساءة استخدام الناتج المحلي الإجمالي من شأنها أن تجعلنا عرضة لمثل هذه الأخطاء الحسابية ويمكن أن تؤدي إلى شكل من أشكال العمى المتعمد، ذكر أن النزاعات على الموارد قد تفاقم إلى درجة كبيرة من حجم المخاطر الكامنة في التصميم الخاطئ المسلم به لنظامه الحسابي المُتقن:

> الطاقة الثمينة للعقل البشري على تبسيط حالة معقدة في توصيف مُحكم تصبح خطيرة عندما لا تُكبَح وفق معايير محددة وواضحة. وبقياسات كمية خاصة، يشير وضوح النتيجة، بطريقة مضللة في كثير من الأحيان، إلى الدقة والبساطة في الخطوط العريضة للمادة الخاضعة للقياس. قياسات الدخل القومي تخضع إلى هذا النوع من الخيال... وبخاصة أنها تتعامل مع المسائل التي هي مركز الصراع للجماعات الاجتماعية المعارضة، حيث يتوقف مدى فعالية الحجة في الغالب على التبسيط المفرط[319].

في مثال عن المشكلة المحددة التي كان يتوقعها كوزنتس، اليوم - في جميع أنحاء العالم - الحسابات بشأن تأثير تراجع المياه الجوفية في كثير من الأحيان في

«مركــز الصراع بين الجماعات الاجتماعية المعارضة»[320]. في كثير من الأحيان، يكون لدى المســؤولين في المناطق التي يجري تقاســم موارد المياه فيها مع مناطق أو دول أخرى - والتي ستتعطل مزارعها وأعمالها إذا حصل أي تغيير في مخصصاتها من المياه - حوافز قوية للتقليل من خطورة المشــكلة - ويؤجلون النظر فيها إلى المستقبل إذا كانوا لا يرغبون في التعامل معها في المدى القريب. وهذا تحدٍّ مألوف جدا لكل من يعمل على ظاهرة الاحترار العالمي.

في واحد فقط من الأمثلة الكثيرة على هذا الشكل المعيَّن من الإنكار، عندما زار خبير من جامعة أوكلاهوما، لوه ييكي، منطقة منغوليا الداخلية في شمال الصين قبل بضع سنوات لدراســة التصحّر، دُهش لرؤية حقول الأرز (وهو أحد المحاصيل التي تســتهلك كمية كبيرة من المياه) تســقى بمياه سمحت الســلطات بضخها بمعدلات كبيرة بشــكل غير مستدام من مســتودعات المياه الجوفية العميقة. «من الواضح»، كما أشار بسخرية، «أن المزارعين لم يحصلوا على ما يكفي من التوجيه العلمي»[321].

القرار المؤســف بتجاهل الاســتهلاك للموارد الطبيعية، في حين يجري حســاب انخفاض قيمة ســلع رأس المال بدقة، لربما تأثر بخبث بحالة العالم عندما اختُرعت هــذه الصيغة في ثلاثينيات القرن العشرين. نحــن كنا لانزال في المراحل الأخيرة من الحقبة الاستعمارية، عندما كان فرض قيود على احتياطيات الموارد الطبيعية لا يبدو مهــما؛ كان في مقدور الدول الصناعية ببســاطة الحصول على مزيد من ممتلكاتهم الاســتعمارية، حيث كانت المــوارد تبدو، لجميع المقاصد والأغــراض، لا حدود لها. تضاعف عدد سكان العالم ثلاث مرات منذ تبني الحسابات القومية، والوهم الخطير الذي حذَّر منه كوزنتس يكمن الآن في صلب فشــل العالم بالاعتراف بالخطر الثنائي للاستنفاد غير المستدام لكل من التربة السطحية والمياه الجوفية.

منذ بداية الثورة الزراعية، كان كل من هذين الموردين الإستراتيجيين ضروريا لإنتــاج الغذاء. بــدأت عمليات ري المحاصيل قبل 7 آلاف ســنة تقريبا، وزادت الثــورة الخضراء في القرن العشريــن من اعتماد الزراعة عــلى الري - خاصة في الصــين، حيث يعتمد 80 في المائة من المحاصيل على الري؛ والهند، حيث يعتمد 60 في المائــة من المحاصيل على الري. (اعتــماد الولايات المتحدة على الري أقل من ذلك بكثير)[322].

اكتسـبت السـدود الكبيرة لتخزين المياه شـعبية في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين. هناك الآن 45 ألفا من السـدود الكبيرة في العالم، بما في ذلك السـدود المشيَّدة على جميع أطول الأنهار في العالم البالغ عددها 21 نهرا[323]. أدى برنامج التحفيز الاقتصادي الذي أطلقه الرئيس فرانكلين ديلانو روزفلت في ثلاثينيات القرن العشرين إلى بناء السـدود على نطاق واسع عن طريق هيئة وادي تينيسي في بلـدتي، وإدارة الطاقة في بونفيل في منطقة شـمال غرب المحيط الهادئ - وبالطبع، سـد هوفر العظيم على نهر كولورادو، الذي كان الأطول في الولايات المتحدة، عندما جرى بناؤه قبل سبعين عاما[324].

قبل الثورة الصناعية والانفجار السـكاني في المدن، كان أكثر من 90 في المائة من المياه العذبة في العالم يُسـتخدم للزراعة[325]. في العقود الأخيرة، أدت المنافسة على الميـاه بين الزراعة، والتصنيـع، والمدن النامية بسرعة والمتعطشـة للمياه، إلى تزايد النزاعـات حول المخصصات من المياه – وهي نزاعات غالبا ما يكون الطرف الخاسر فيهـا هو الزراعـة. اليوم، أكثر من 70 في المائة من المياه العذبة في العالم تُسـتخدم لزراعة المحاصيل الغذائية، رغم أن 780 مليون نسمة في العالم لايزالون يفتقرون إلى مياه الشرب الآمنة[326]. كما أشرنا سـابقا، فقد حقق العالم تقدما ملموسا في خفض عدد الناس الذين يفتقرون إلى موارد المياه المحسَّـنة (على الرغم من إحراز تقدم لا يُذكر في منع تلوث مصادر المياه العذبة - سواء موارد المياه السطحية أو الجوفية - من النفايات البشرية والحيوانية وغيرها من الملوثات).

بعض مسـتودعات المياه الجوفية العميقة مسـدودة منذ أمد طويل عن المياه السـطحية. وجِدَ في أحد مسـتودعات الميـاه الجوفية التي فُتحت أخيرا في شـمال شرق الولايات المتحدة ، باتبسـكو (تحت ولاية ميريلاند)، مياه يُقدَّر عمرها بمليون سـنة[327]. وبالمثـل، يوجد أيضا في كل من مسـتودع المياه الجوفيـة النوبي (تحت الصحـراء)، والحوض الارتوازي الكبير (تحت شـمال شرق أسـتراليا)، وحوض ألبرتا (تحـت غرب كنـدا) مياه يفوق عمرها المليون سـنة[328]. ولكن على الرغم من أن هذه المسـتودعات «الأحفورية» من المياه الجوفية غير قابلة للتجدد، يعتقد معظم العلماء أنهـا محدودة في احتياطي المياه فيها؛ فالغالبية العظمى من مسـتودعات المياه الجوفية تتجدد ببطء مع تسرب مياه الأمطار إليها.

حتى الآونة الأخيرة كانت كمية المعلومات حول معدلات استنزاف المياه الجوفية غير مكتملة في أفضل حالاتها، وحسب أحد الخبراء، فإن الخطر الذي يهدد هذا المورد هو شكل تقليدي من المقولة الشعبية «بعيدٌ عن العين، بعيدٌ عن البال»[329]. في الواقع، يجري الآن سحب الكثير من مياه مستودعات المياه الجوفية، ويعتقد الخبراء أن هذا السحب يمثل 20 في المائة من ارتفاع مستوى سطح البحر في العقود الأخيرة (على الرغم من أن العلماء يتنبأون بأن انحسار الجليد المتسارع من غرينلاند والقارة القطبية الجنوبية سوف يزيد بشكل كبير من ارتفاع مستوى سطح البحر في وقت لاحق من هذا القرن)[330].

يوجد أعلى المعدلات لاستنزاف المياه الجوفية في شمال غرب الهند وشمال شرق باكستان، وسنترال فالي في ولاية كاليفورنيا، وشمال شرق الصين[331]. اكتشف أحد المتخصصين الصينيين في المياه الجوفية أن أحد مستودعات المياه الجوفية في شمال الصين الذي يحتوي مياها عمرها 30 ألف سنة كان يستخدم بشكل غير مستدام لري المحاصيل في المناطق الجافة[332]. شرعت الصين في إنجاز أضخم مشروع للمياه في التاريخ - وهو مشروع نقل المياه من الجنوب إلى الشمال الذي كان قيد الإنشاء على مدى عقود، ويهدف إلى معالجة نقص المياه في شمال الصين[333]. تستخدم الآن آسيا، التي تمتلك نسبة 29 في المائة من موارد المياه العذبة في العالم، أكثر من 50 في المائة من المياه الموجودة في العالم. وفقا للأمم المتحدة، «في العام 2000، نحو 57 في المائة من عمليات سحب المياه العذبة في العالم، و70 في المائة من استهلاكها، جرى في آسيا، حيث تتموضع الأراضي الزراعية الرئيسة في العالم التي تعتمد على الري»[334].

تمتلك أفريقيا 9 في المائة فقط من المياه العذبة في العالم، لكنها تستخدم 13 في المائة، ويتوقع خبراء الأمم المتحدة أن تزداد عمليات سحب المياه فيها بشكل مكثف جدا في العقود المقبلة[335]. أوروبا لا تستهلك سوى نسبة طفيفة فوق نسبة الاحتياطي التي لديها[336]. الأمريكتان محظوظتان بامتلاك نسبة مياه أعلى من نسبة الاستخدام، ولكن المناطق الشاسعة - لاسيما المكسيك وتلك الواقعة جنوب غرب الولايات المتحدة - تعاني بالفعل نقصا حادا في المياه[337]. في العام 2011، جرى تسيير قطيع من الماشية يتجاوز المليون رأس من ولاية تكساس إلى المناطق الشمالية التي تتمتع بمراعٍ أكثر رطوبة وبرودة[338]، ولا يتوقع عودتها سوى القليل من الناس.

وفقا لدراسة أجراها معهد سكريبس، هناك «احتمال بالمناصفة» لأن تجف بشكل كامل بحيرة ميد - وهي أكبر بحيرة من صنع الإنسان في نصف الكرة الغربي، كوّنها سد هوفر- قبل نهاية هذا العقد[339]. بالإضافة إلى ذلك، وفقا لوزارة الزراعة الأمريكية، انخفض مستوى المياه الجوفية تحت ثلاث من أكبر الولايات المنتجة للحبوب - كنساس، وتكساس، وأوكلاهوما - إلى أكثر من 100 قدم[340]، مما اضطر الكثير من المزارعين إلى التخلي عن الري. تعاني الأحواض الاحتياطية في ولاية جورجيا أيضا من خطر المستويات المتدنية منذ سنوات عديدة.

تحسين كفاءة استخدام المياه هو خيار ذو جدوى من حيث التكلفة لإصلاح النقص في بعض المناطق. تُسرِّب الكثير من أنظمة توزيع المياه القديمة كميات هائلة من المياه. في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، كل دقيقتين في المتوسط ينفجر خط مياه مهم في المدن على مدار الأربع والعشرين ساعة في اليوم[341]. لقد بُني بعض أقسام نُظم المياه الحضرية القديمة قبل ما يزيد على 160 عاما، ومنذ ذلك الحين وهي، مثل موارد المياه الجوفية «بعيدٌ عن العين، بعيدٌ عن البال»[342]. إصلاح أنابيب مياه البلدية أمر مكلف، غير أن بعض المدن بدأت تشعر ولو بشكل متأخر بضرورة تولي هذه المهمة.

وفقا لعالم البيئة بيتر غليك، ينبغي علينا أن ننظر إلى كفاءة استخدام المياه باعتبارها نبعا عملاقا لا ينضب يمكنه توفير كميات جديدة هائلة من المياه العذبة المطلوبة[343]. مع الأسف، يبدو أن هذا النبع، مثل كثير من مستودعات المياه الجوفية التي تنضب الآن بسبب الإهمال، هو أيضا «بعيدٌ عن العين، بعيدٌ عن البال». لاتزال أغلبية ممارسات الري الزراعي مسرفة بشكل مفرط[344]. إن التحول إلى استخدام تقنيات الري بالتنقيط الدقيقة علميا ذو جدوى من حيث التكلفة في معظم العمليات الزراعية، ولكن لايزال عديد من المزارعين يَسيرُ بخطى متثاقلة نحو إجراء هذا التغيير[345]. فائدة أخرى يمكن أن نجنيها من وراء التحول لاستخدام طرق دقيقة وأكثر فعالية لعملية الري، وهي أن الري المسرف والمفرط للمحاصيل يزيد من ملوحة التربة - لأن مياه الري عادة ما تحتوي على كميات صغيرة من الملح التي تتراكم مع الاستخدام المستمر[346].

تلقى إعادة تدوير المياه رواجا شعبيا متزايدا. بعض المجتمعات تتطلب بالفعل استخدام المياه الرمادية - أي المياه المستعملة وغير الصالحة للشرب، لكنها آمنة لسقي النباتات[347]. المقترحات لإعادة التدوير الأكثر إثارة للجدل هي تلك التي تأخذ مياه الصرف الصحي وتزيل جميع الملوثات منها، وتنقيها، وتضعها في شبكات مياه الشرب[348]. لايزال هناك قدر كبير من رفض المستهلكين لمثل هذه الخطط، لكن بعض المجتمعات حققت نجاحا في تطبيق هذا النهج[349].

يطالب عديد من الخبراء في المناطق التي يتركز فيها هطول الأمطار بحالات انهمار غزير للأمطار - تتخللها فترات أطول من الجفاف - بزيادة استخدام الأحواض (الحُفَر) لتجميع أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار وتخزينها لمياه الشرب[350]. هذا الإجراء الذي كان شائعا في السابق لم يعد محبّذا بعد عملية تمديد خطوط المياه الجوفية من المستودعات الاحتياطية. أتذكر الأحواض التي كانت لدينا في مزرعة عائلتنا عندما كنت صبيا. توقفنا عن استخدامها عندما وصلت إلينا «مياه المدينة».

حالة التربة السطحية في العالم مهددة أيضا عن طريق الاستغلال نفسه المفرط الأعمى المقصود الذي تسبب في نقص المياه العذبة. في نظام المحاسبة السائد في العالم، لا تُعطى المياه أو التربة السطحية أي قيمة. لذلك، الممارسات المسرفة والهدّامة التي تقلل من مخزونات هذين الموردين ليست منظورة في الحسابات الاقتصادية للعالم. ومع ذلك، التربة السطحية إلى جانب الماء، هي الأساس تقريبا لجميع أشكال الحياة البشرية على وجه الأرض. يأتي أكثر من 99.7 في المائة من المواد الغذائية التي يستهلكها البشر من الأراضي الزراعية، وأكثر تحديدا من ستة إلى ثمانية إنشات من التربة السطحية التي تغطي ما يقرب من 10 في المائة من سطح الأرض[351].

ومن منظور عالمي، نحن نقوم بشكل فعال بإزالة هذا المورد الحاسم بطريقة غير مستدامة، من خلال حراثة التربة القابلة للتآكل بطريقة لا مبالية، والرعي الجائر في المروج الخضراء، واستخدام الأراضي الصالحة للزراعة من أجل تشييد المباني والطرق لاستيعاب الامتداد الحضري والضواحي، والسماح بإزالة الغابات من دون مبالاة، وعدم استخدام تقنيات إدارة الأراضي التي ثبتت صحتها والتي تعيد تجديد كربون ونيتروجين التربة.

في الوقــت الحاضر، كل كيلوغرام من الذرة المنتجة في الغرب الأوســط الأميركي يــؤدي إلى خســارة أكثر من كيلوغرام من التربة الســطحية. في بعــض الدول، مثل ولاية أيوا، النســبة هي أعلى من ذلك بكثير: تبلغ الخســارة 1.5 كيلوغرام من التربة السطحية لكل كيلوغرام واحد من الحبوب. هذه المعدلات من خسارة التربة ليست مســتدامة، فهي تســتنزف الكربون في التربة، وبالتالي تــضر بإنتاجية التربة على مر الزمن، وتسرِّع من انبعاث ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي[352].

نحن نعلم مسـبقا كيف نبطئ عملية تآكل التربــة وقلبها، ولكن يتطلب الأمر وجــود قيادة عالمية لتعبئة المجتمع الدولي بالطريقة نفســها التي عبأ فيها الرئيس فرانكلين ديلانو روزفلت الأمم المتحدة في ثلاثينيات القرن العشرين. الزراعة العضوية سواء كانت بممارسات حراثة منخفضة أو من دون حراثة بإمكانها الحد بشكل كبير من خســارة التربة، وفي الوقت نفسه تزيد من خصوبة التربة السطحية[353]. تناوب المحاصيل، وهي تقنية كانت شائعة على نطاق واسع قبل هيمنة الزراعة الصناعية، يمكنها تجديد الكربون والنيتروجين في التربة[354].

إحدى التقنيات الأخرى التي كانت شــائعة في الســابق واســتُغني عنها في مناطق واسعة من العالم هي إعادة تدوير روث الحيوانات كسماد للمحاصيل. تربية الحيوانات الصناعية - وهي عملية جمع آلاف رؤوس الماشــية في حظائر مزدحمــة وتغذيتها بالذرة - حولت هذا الســماد الطبيعي إلى فضلات ســامة عاليــة الحمضية وضارة للمحاصيل، وبالتالي تصبح دينا ثقيلا بدلا من أن تكون رصيدا ثمينا[355].

أظهــرت دراســة مهمة قــام بها في العــام 2012 فريــق من كبــار الباحثين في جامعة مينيســوتا، بولاية أيوا، ودائرة البحــوث الزراعية في وزارة الزراعة الأمريكية، أن اســتخدام روث الحيوانات غير الســام كســماد، وتناوب المحاصيــل لمدة ثلاث ســنوات[356] بهــدف تجديد خصوبة التربــة، قلَّص الحاجة إلى مبيدات الأعشــاب والأســمدة الآزوتية بنســبة ما يقرب من 90 في المائة، من دون خفض الأرباح. قال أحد الباحثين، وهو البروفيســور مات ليبمان من ولاية أيوا، إن أحد الأســباب لعدم استخدام المزارعين لهذا النهج الموصى به في الدراسة هو أنه «لا توجد كلفة محددة للعوامل البيئية الخارجية».

على مدار القــرن الماضي، اعتمــدت الزراعة الحديثة على الاســتخدام الكثيف للسماد الآزوتي الاصطناعي - 90 في المائة من التكلفة هي لقاء الغاز الطبيعي، الذي يشتق منه كل الآزوت تقريبا[357]. ومع ذلك، تباطأ نمو الإنتاجية الزراعية على رغم أن اســتخدام الســماد لكل فدان من الأرض قد ازداد بشــكل كبير[358]. وفضلا على ذلك، فإن الاســتخدام المكثف للآزوت (النيتروجين) في الزراعة سـبب مشاكل كبيرة لتلــوث المياه في جميع أنحــاء العالم لأنه يتسرب مــن الأراضي الزراعية مع هطول الأمطــار ويغــذي نمو الطحالب التي لا يمكن الســيطرة عليها على نطاق واســع في المناطق الساحلية من المحيط - والمناطق الميتة، أي الخالية من مظاهر الحياة، التي تنمــو في عدة مناطــق المحيطات[359]، بما في ذلك الجزء من خليج المكســيك الذي يصب فيه نهر المسيســيبي. في الصين ازداد اســتخدام الأسمدة الآزوتية الاصطناعية بنســبة 40 في المائــة في العقدين الأخيريــن على الرغم من أن إنتــاج الحبوب ظل مســتقرا نســبيا؛ وتسرب النيتروجين هو الذي أنتج أخيرا إزهار الطحالب المذهل في الأنهار والبحيرات والمناطق الساحلية الصينية[360].

ولّــدت انبعاثات النيتروجين الإضافية من احــتراق الوقود الأحفوري في المصانع والمــزارع، وفي الســيارات والشــاحنات مشــاكل كبــيرة في تلوث الهواء، لاســيما في الولايات المتحدة، والصين، وجنوب شرق آســيا، وأجزاء من أمريكا اللاتينية[361]. وما هو مطلوب لمعالجة هذه المشــكلة هو الاســتخدام الموجّه والأكثر فعالية للأسمدة الآزوتية، وفرض قيود أكثر صرامة على الانبعاثات من المصانع والمركبات.

وفي حين أن منابع النيتروجين ليست محدودة، هناك حدود خطيرة ناشئة لمنابع عنــصر مهم آخر للأســمدة - وهو الفوســفور، الذي يعتبر عنصرا نادرا نســبيا على الأرض. على رغم أن المصادر التقليدية للفوسفور في حالة نضوب، ضاعفت التقنيات الزراعية الحديثة استنزاف الفوسفور من الأراضي الزراعية ثلاث مرات[362].

اتحاد منتجي الفوسفور

أدى الإنذار الأول عن نقص الفوســفور في الرســالة التي بعثها الرئيس روزفلت في العام 1938 إلى الكونغرس، إلى القيام بعمليات بحث ناجحة على مســتوى العالم عن احتياطيات إضافية - بما في ذلك اكتشاف الفوسفات بالقرب من تامبا، فلوريدا،

حيــث يحدث الآن 65 في المائة من إنتــاج الولايات المتحدة في هذا المكان[363]. وفي حين تنتج الولايات المتحدة 40 في المائة من الذرة وفول الصويا في العالم، فهي لا تنتج سوى 19 في المائة فقط من الفوسفور في العالم، الذي يعتبر، على المدى الطويل، أمرا ضروريا لاستمرار الزراعة - ولهذا السبب تنطلق الآن عمليات البحث من جديد عن احتياطيات جديدة[364].

40 في المائــة مــن المخزون الحــالي للفوســفات في العالم (وهو الشــكل الأكثر شــيوعا من تشــكل الفوســفور) هي في المغرب، التي أطلق عليها اســم «سعودية الفوســفور»[365]. ويوجد ثاني أكبر احتياطي من الفوســفات في الصين، التي فرضت تعريفــة جمركية بنســبة 135 في المائة على الصادرات في أثناء أزمة أســعار الغذاء في العــام 2008 [366]. يخشى عديد من الخبراء مــن إمكانية حدوث تخزين مماثل للفوســفور إذا ما اســتمرت أســعار المواد الغذائية في الارتفاع، علما أن هناك خبراء آخريــن متفائلين إلى حد اليقين في إمكانية العثور على مصادر جديدة في مواقع غير تقليدية، مثل قاع المحيط.

الفوســفور ضروري لجميع أشكال الحياة، بما في ذلك حياة الإنسان. فهو يشكل العمــود الفقري للحمض النــووي، من بين أمور أخرى، وهنــاك واحد في المائة من وزن الجسم البشري يتكون بالكامل من الفوسفور؛ في الواقع، يطرح سبعة مليارات نسمة على وجه المعمورة يوميا كميات كبيرة من الفوسفور في البول. وبعض البلدان الآن تستكشــف بشــكل جدي إمكانية إعادة تدوير البول من أجل زيادة مخزون الفوسفور للأسمدة[367].

إضافة بكتيريا جرثومة المُسْتَجْذِرة (الرايزوبيوم) والمتعايشات الفطْريَّة الجذرية (مايغورهيزال) إلى التربة عند زرع البذور يمكن أن تحسِّن من غلة المحاصيل وتسرِّع أيضا من اســترداد خصوبة التربة وتعزيز احتجاز كربون التربة[368]. غرس الأشــجار البقولية على مســافة كل ثلاثين قدما تقريبا كشرائط فاصلة أو كأسوار كفافية يمكن أن تجدد النيتروجين في التربة وتعطي مزيدا من الحماية ضد التآكل[369]. ترك معظم بقايــا المحاصيــل - كعلف الذرة - على الأرض في أثنــاء وبعد حصاد المحصول يمكن أيضا أن يعيد خصوبة التربة ويقلل من التآكل في الوقت ذاته[370]. استخدام الفحم النباتي (من مصادر مســتدامة) بطريقة مُدارة بعناية يمكن أيضا أن تحسِّن من غلة

المحاصيل وجودة التربة[371]. الحد من اللحوم كنسبة مئوية من اتباع نظام غذائي صحي يمكن أن يخفف الضغط على التربة السطحية للأرض. والتوسع في الحدائق العضوية على نطاق صغير في البلدان التي لديها فائض من الأراضي الصالحة للزراعة من المحتمل أن يضيف كميات كبيرة من المواد الغذائية الطازجة للمخزون العالمي، كما حصل في الدول الغربية عندما زرعوا فيكتوري غاردنز (حدائق النصر) خلال الحرب العالمية الثانية[372].

لكن ربما يكون التدبير الوحيد الأكثر فعالية لحماية التربة السطحية هو استخدام رصيد الكربون carbon credit لتوفير مصدر دخل إضافي للمزارعين الذين يولون عناية كبيرة لحماية وتحسين محتوى الكربون وخصوبة التربة لديهم.

مادام العالم يتجاهل قيمة التربة السطحية في حساباته المستمرة للنمو والإنتاجية، فإن المطالب الملقاة على كاهل الزراعة عن طريق الجمع بين النمو السكاني وتزايد استهلاك الفرد من المواد الغذائية ستستمر في وضع مستقبل التربة السطحية في خطر شديد. بمعدلات الاستهلاك الحالية (التي لاتزال في ازدياد)، نحن بحاجة إلى 15 مليون هكتار إضافي من الأراضي الزراعية كل عام لمواكبة إنتاج الأغذية الإضافية اللازمة[373] لعدد السكان المتزايد. ومع ذلك، فإننا نتلف أو نخسر ما يقرب من 10 ملايين هكتار (نحو 25 مليون فدان) في كل عام[374]. في الوقت الحاضر، يؤدي الكثير من الأراضي الزراعية الإضافية التي يجري تطويرها إلى إزالة الغابات - غالبا في مناطق الغابات التي تحتوي على تربة سطحية رقيقة جدا سرعان ما تستنزف بفعل الرياح والمياه بعد اقتلاع الأشجار. فضلا على ذلك، كلما حوّلت أراضي الغابات إلى أراض زراعية، يُفقَد مزيد من التنوع البيولوجي.

في بعض النواحي، تُعدُّ أزمة التربة السطحية العالمية صدى لما حدث في الولايات المتحدة في الثلث الأول من القرن العشرين عندما قامت الجرارات الأولى التي غزت الأسواق - لجر المحاريث الأكثر كفاءة التي اختُرِعَت قبل ثلاثة أرباع قرن من الزمان - باقتلاع العشب من المروج الخضراء القابلة للتآكل في الغرب الأوسط من أجل زراعة المحاصيل؛ وعلى مدى العقود الثلاثة التي تلت ذلك انجرفت التربة السطحية الضعيفة وجرى اقتلاعها، ما أدى إلى نشوء الطبق الرملي Dust Bowl في ثلاثينيات القرن العشرين. وما هو ليس معروفا تماما في الولايات المتحدة المأساة الأكبر التي

عانت منها آسيا الوسطى خلال خمسينيات القرن المنصرم عندما حرث اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفييتية مساحة هائلة من الأراضي العشبية – ومعظمها في كازاخستان (1954) - نجم عن ذلك أيضا ظهور الأطباق الرملية (العواصف الرملية) هناك[375].

وقعت كارثة ملحمية أخرى لاستخدام الأراضي في آسيا الوسطى في ستينيات القرن المنصرم، عندما شَرَعَ اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفييتية في تنفيذ خطة قصيرة النظر لزراعة محاصيل القطن العطشى في المناطق الجافة من أوزبكستان وتركمانستان. جرى تحويل الكثير من المياه من نهري - أمو داريا وسير داريا - بحيث كاد رابع أكبر بحر داخلي في العالم، وهو بحر آرال، أن يضمحل تماما[376]. زرت بحر آرال قبل عقدين من الزمان، وشهدت من كثب المأساة التي حلّت بالناس الذين كانوا يعتمدون عليه.

العواصف الرملية المقبلة

دفعت أزمة تآكل التربة في الولايات المتحدة جيل والدي إلى اعتماد تقنيات جديدة في إدارة الأراضي. وكان أحد الإنجازات العظيمة لبرنامج «الصفقة الجديدة» الذي أطلقه الرئيس فرانكلين ديلانو روزفلت FDR هو البرنامج الضخم لإعادة تحويل الأراضي المتآكلة إلى مروج طبيعية، إضافة إلى بذل جهود على الصعيد الوطني لمكافحة تآكل التربة[377]. لاأزال أتذكر والدي وهو يعلمني عندما كنت صبيا صغيرا كيفية إيقاف الأخاديد قبل أن تحدث صدوعا في عمق التربة، وكيفية التعرف على التربة الغنيّة - فهي تربة سوداء بسبب الكربون العضوي في التربة.

تتزايد الآن العواصف الرملية في العصر الحديث من جديد في حجمها ووتيرتها في ظل الرعي الجائر في الأراضي الجافة وتعرُّض التربة القابلة للتآكل إلى درجات حرارة أعلى ورياح أقوى. «تقع الأراضي الجافة على خط المواجهة[378] لتحديات تغير المناخ في العالم»، على حد تعبير لوك غناكادجا، الذي يرأس اللجنة المسؤولة عن اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحُّر. وقد جاء في تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن تآكل التربة في الأراضي الجافة يشكل خطرا يهدد مسار حياة ما يقدر بنحو مليار نسمة في 100 دولة[379]. يؤثر التصحُّر سلبا على التربة السطحية ويُتلف

الأراضي الزراعية الصالحة للزراعة - لاسيما في بعض مناطق أفريقيا الواقعة شمال وجنوب الصحراء الكبرى، وفي جميع أنحاء الشرق الأوسط، وفي آسيا الوسطى، وفي مناطق واسعة من الصين، حيث يسهم الرعي الجائر، وتقنيات الفلاحة الرديئة، والتوسُّع العمراني للمدن، إلى حد كبير، في حدوث هذه الظاهرة.

في الولايات المتحدة، في شهر يوليو من العام 2011، غطت الأتربة مدينة فينيكس، في ولاية أريزونا، عندما «اجتاحت عاصفة رملية هائلة وتاريخية مساحة واسعة من ولاية أريزونا»[380]، على حد تعبير مصلحة الأرصاد الجوية الوطنية. على رغم أن هذه العواصف الترابية جنوب غرب الولايات المتحدة، التي غالبا ما تسمى بالهبوب، ليست جديدة، تعرضت مدينة فينيكس إلى عدد كبير منها على نحو غير معتاد في السنوات الأخيرة[381] - سبع عواصف رملية في العام 2011 فقط.

أجرت دائرة المسح الجيولوجي الأمريكية وجامعة لوس أنجلوس في كاليفورنيا دراسة في العام 2011 توقعت «تسارع معدلات انبعاث الغبار من تعرية الرياح» كنتيجة لتغير المناخ في جنوب غرب الولايات المتحدة. وقد نصح خبير المناخ جوزيف روم باستخدام مصطلح «تكوين الأطباق الرملية bowlification-dust» كطريقة لوصف ما الذي يخبئه الزمن للكثير من المناطق من الأراضي الجافة المتصحِّرة[382].

يشير ليستر براون، أحد أقدم خبراء البيئة الروّاد في العالم، إلى أن المنطقتين المتصحرتين الأكثر أهمية اللتين تسببان الآن العواصف الرملية هما في شمال وسط الصين وفي مناطق وسط أفريقيا التي تقع على الطرف الجنوبي من الصحراء الكبرى. وحسب تعبير براون، «يتشكل طبقان رمليان هائلان، يقع أحدهما عبر شمال غرب الصين وغرب منغوليا، وآسيا الوسطى؛ فيما يقع الآخر في أفريقيا الوسطى»[383].

وفقا لعالم الجغرافيا أندرو جودي من جامعة أكسفورد، تَضَاعف عدد العواصف الرملية من الصحراء عشر مرات خلال السنوات الخمسين الماضية[384]. يقول رئيس الاتحاد الأفريقي، جان بينغ: «إن ظاهرة التصحُّر تؤثر في 43 في المائة من الأراضي المثمرة، أو 70 في المائة من النشاط الاقتصادي و40 في المائة من سكان القارة»[385]. وفي مناطق واسعة من جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا، محتوى التربة من الكربون هو الآن أقل مما كان عليه في الغرب الأوسط للولايات المتحدة تماما قبل نشوء الطبق الرملي Dust Bowl [386].

في نيجيريا، في حين شهد عدد السكان نموا بلغ أربعة أضعاف على مدى السنوات الستين الماضية، تضخمت أعداد الماشية في المقابل[387] من6 ملايين إلى أكثر من 100 مليون رأس من الماشية. ونتيجة لذلك جزئيا، تتعرض المنطقة الشمالية من نيجيريا إلى التصحُّر- الذي يسهم في نشوب الصراعات بين المسلمين الذين ينتقلون من الشمال إلى المناطق غير المسلمة [388] في جنوب نيجيريا. يقود النمو في تعداد السكان من البشر والماشية أيضا إلى التنافس على الأراضي في المناطق الأخرى من أفريقيا التي تعاني من الجفاف، وقد أدى هذا الأمر إلى صراعات دموية بين الرعاة والمزارعين (الذين يتحدرون من أصول إثنية ودينية مختلفة أيضا)، الذين تقاتلوا فيما بينهم في السودان، ومالي، وفي أماكن أخرى.

يُضر هذا الانفجار الهائل ذاته في أعداد الماشية بالمروج الخضراء المحيطة بصحراء غوبي الصينية[389] التي تتعرض للرعي الجائر، حيث تزداد أيضا العواصف الرملية بشكل كبير. في حين تمتلك الولايات المتحدة والصين تقريبا الكمية نفسها من الأراضي الصالحة للرعي وتقريبا العدد نفسه من الماشية (80 - 100 مليون)، يوجد لدى الصين 284 مليون رأس من الأغنام والمعز مقارنة بأقل من 10 ملايين في الولايات المتحدة[390]. ووفقا لأحدث الإحصائيات المتوافرة، تعاني الصين الآن من خسارة ما يقرب من 1400 كيلومتر مربع من الأراضي الصالحة للزراعة[391] التي تتحول إلى صحار كل عام.

استخدمت السفارة الأمريكية في الصين صورا ملتقطة بالأقمار الصناعية لإظهار «عمليات الاندماج والاستحواذ في الصحراء» في شمال وسط الصين حيث تندمج وتتوسع اثنتان من الصحارى في منطقة منغوليا الداخلية وإقليم قانسو[392]. في إقليم شينجيانغ في شمال غرب الصين، الشيء نفسه يحدث، حيث تندمج وتتوسع أيضا كل من صحراء تاكلامكان وصحراء كومتاغ[393]. وقد جرى النزوح جزئيا على الأقل من أكثر من 24 ألف قرية والأراضي الزراعية المحيطة بها في هذه المناطق الشمالية والغربية من الصين[394]. تتكشف أيضا مآسٍ مماثلة في كل من إيران وأفغانستان، وكلاهما هَجَرَ بالفعل عددا من القرى بسبب زحف الصحراء[395].

وفيما تلفت الانتباه هذه الأيام العواصف الرملية الضخمة التي تجتاح الصين وأفريقيا، يحذِّر ليستر براون، «من أن هناك توسعا هائلا ثالثا يحدث الآن في الأراضي

الزراعية في منطقة حوض الأمازون البرازيلية وحوض سيرادو، وهي منطقة تشبه السافانا (السهل العشبي) تحد الحوض من طرفه الجنوبي»[396]. هذه التربة قابلة للتآكل بشكل كبير والنتائج يمكن التنبؤ بها: غلة محاصيل ضئيلة، يليها تآكل في التربة على نطاق واسع. وتشمل الآثار المباشرة أيضا مزيدا من التوسع في مزارع تربية المواشي في غابات الأمازون المطيرة، ما يزيد من حجم المخاطر التي تهدد سلامة[397] النظام الإيكولوجي المهم عالميا. عانت منطقة الأمازون سابقا من فترتي «جفاف لا يمكن أن يحدث إلا كل مائة عام» في السنوات السبع الماضية[398]. مع استمرار إزالة الغابات وحرائق الغابات في منطقة الأمازون، أعرب الكثير من الخبراء عن قلقهم من أن نهر الأمازون يتعرض لخطر التحوّل مع مرور الوقت من أكبر الغابات الاستوائية المطيرة على الأرض إلى منطقة هائلة من الأراضي الجافة[399].

مع التزايد المتسارع لأعداد السكان في أفريقيا والشرق الأوسط، ونقص المواد الغذائية الوشيك، من اللافت أن العالم لم يولِ أزمة التصحُّر سوى جزء ضئيل من الاهتمام. وفقا لرئيس لجنة اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحُّر لوك غناكادجا، فإن السبب الذي لم يجعل مسألة التصحُّر من الأولويات العليا هو أن 90 في المائة من الأشخاص المتضررين يعيشون في البلدان النامية[400]. وهذا مثال آخر على اختلال توازن القوى في العالم - وغياب القيادة. وأضاف غناكادجا أن «ما يقف بيننا وبين الانقراض هو تلك التربة السطحية التي لا تتجاوز سماكتها الـ 20 سنتيمترا»[401].

فقدان الأراضي الصالحة للزراعة يزداد حدة بشكل خاص في الدولة الأكثر اكتظاظا بالسكان في شمال أفريقيا. وفقا للأمم المتحدة، فإن مصر تخسر الآن بشكل لا يمكن تصوره 3.5 فدان من الأراضي الزراعية الخصبة في دلتا نهر النيل في كل ساعة - وذلك بشكل أساسي بسبب البناء الجديد والزحف العمراني للمدينة من أجل توفير مساكن إضافية لإيواء عدد سكان مصر المتسارع في النمو[402].

بالإضافة إلى ذلك، فإن ارتفاع مستوى سطح البحر في منطقة البحر الأبيض المتوسط يدفع بالفعل مستودعات المياه المالحة إلى التصاعد في المناطق القريبة من الساحل، ما يؤدي إلى فقدان الأراضي الزراعية بسبب التملُّح[403]. يَحْدث التملُّح أيضا في دلتا نهر الغانج الغني، ودلتا نهر ميكونغ، وغيرهما، مما يسمى بمناطق الدلتا الكبرى[404]. ارتفاع متر واحد في مستوى سطح البحر- من المتوقع أن يحدث

أقل من ذلك خلال هذا القرن - من شأنه أن يُغرق نسبة كبيرة من التربة الأكثر خصوبة في دلتا النيل - التي يأتي منها 40 في المائة من إنتاج مصر من الغذاء[405].

تزيد الضغوط الناجمة عن التوسع في استخدام الزراعة المعتمدة بشكل كثيف على استخدام المياه، والنمو السكاني، والتوسع الاقتصادي، من حدة التوترات بشأن مخصصات مياه النهر في عدة مناطق من العالم، حيث تؤثر إدارة الأنهار والسدود على مستجمعات المياه التي تتقاسمها عدة بلدان. تتصاعد احتمالات النزاع في مستجمعات مياه نهر النيل، حيث تستفيد الآن الدولة الأكثر اعتمادا على نهر النيل، وهي مصر، من مخصصاتها من الغالبية العظمى من مياه النيل. غير أن إثيوبيا، حيث يوجد 85 في المائة من منابع مياه النيل، وإن لم يكن يُستَهلك سوى القليل جدا من هذه المياه، سوف تضاعف من عدد سكانها في السنوات السبع والثلاثين المقبلة - والسودان، الذي يعتمد أيضا على نهر النيل، من المتوقع أن يزيد عدد السكان لديه بنسبة 85 في المائة خلال الفترة نفسها[406].

إلى الشرق من مصر، أدى القرار الذي اتخذته تركيا باحتكار الجزء الأكبر من منابع مياه نهري دجلة والفرات إلى تزايد الشكاوى من قبل العراق وسورية بأنهما لا يحظيان بمعاملة عادلة بشأن مياه هذين النهرين[407]. كل من العراق وسورية استنزف بشكل مفرط مستودعات المياه الجوفية التي لديه في سياق بحثه عن حل لهذه القضية. وبالمثل، تثير جهود الصين الرامية إلى احتكار نسبة أكبر من مياه الأنهار، التي تتدفق إلى جنوب شرق آسيا والهند، التوترات، والتي سوف تزداد سوءا مع تزايد عدد السكان في جميع البلدان المتضررة[408]. في الولايات المتحدة، وصلت النزاعات المتنامية حول مخصصات المياه في الغرب من نظام نهر كولورادو إلى أروقة المحاكم[409]. غير أن السبب الأساس في كل هذه المستجمعات المائية العملاقة الأربعة هو نفسه: العرض أقل بكثير من حجم الطلب المتزايد على المياه.

أفرزت الصراعات بين الدول، للوصول إلى منابع المياه العذبة، عبر التاريخ مجموعة قليلة جدا من الحروب، علما أن الصراعات داخل الدول على المياه غالبا ما أنتجت توترات اجتماعية واشتباكات عنيفة في بعض الأحيان. على النقيض من ذلك، فإن النزاعات على الأراضي بالطبع تسببت في كثير من الأحيان في نشوب حروب في الماضي.

صراع جديد في أفريقيا

في ظــل اقتصاد العولمة الجديد، شَرَعت بعض الــدول التي تعاني ازديادا حادا في عدد الســكان ونقص موارد التربة الســطحية والمياه لأغراض الزراعة، في تنفيذ مشاريع واسعة النطاق لشراء مســاحات شاسعة من الأراضي الصالحة للزراعة في البلدان الأخرى - ولاســيما في أفريقيا، حيث يوجد ما يقدر بثلث الأراضي الصالحة للزراعــة غــير المزروعة في العالم. درجة ســيطرة الحكومــات الأفريقية - والنخب التــي تدير الكثير من هــذه الأراضي - على حقوق الملكية هي أكبر بكثير في أجزاء كثيرة من أفريقيا حيث تُتجاهَل بسهولة بالغة حقوق الملكية القبلية التي سبقت الحقبة الاستعمارية.

تعمــل الصين، والهند، وجمهوريــة كوريا، والمملكة العربية الســعودية، ودول أخرى، إلى جانب الشركات المتعددة الجنسيات وصناديق التحوط أيضا التي تستثمر الأمــوال من جامعــات الولايات المتحدة، عــلى شراء كميات كبــيرة من الأراضي في أفريقيا لإنتاج القمح والمحاصيل الأخرى من أجل ســد حاجتها الاستهلاكية من هذه المحاصيل والبيع في الأســواق العالمية. يقول ماكامبو لوتوروبو، المســؤول في منظمة كينية غير حكومية، اســمها «أصدقاء بحيرة توركانا»: «إنه الاســتعمار الجديد، وهو أشبه بالصراع الذي كان في أفريقيا في القرن التاسع عشر حينما كانت مواردنا تُستباح من أجل تطوير العالم الغربي»[410].

«لا يوجد أدنى شــك[411] في أن الأمر لا يقتصر على الأرض فقط، بل هي مسألة تتعلق أيضا بالمياه» على حد تعبير فيليب وودهاوس من جامعة مانشســتر. يضيف ديفلــين كوويك، الذي يعمل باحثــا لدى منظمة غرين «الحبــوب» Grain، وهي منظمــة غير حكومية متخصصة في قضايا الأغذية والزراعة، قائلا: «إن الدول الغنية لا توجــه أنظارها إلى أفريقيــا[412] من أجل تحقيق عوائد مجزيــة لرؤوس أموالها فحسب، بل أيضا من أجل استخدامها أيضا كبوليصة تأمين».

أدى ذلــك إلى ازدهار العقارات الزراعيــة في أفريقيا[413]. أكثر من ثلث الأراضي في ليبيريا، على ســبيل المثال، جرى بيعه لمستثمرين من القطاع الخاص[414]. ووفق تحليل أجرته مجموعة «مبادرة الموارد والحقوق»، وهي تحالف دولي من منظمات غير حكومية مقره واشــنطن، أبرمت جمهورية الكونغو الديموقراطية اتفاقيات مع

مـلّاك أجانب لتسـليم 48.8 في المائة مـن أراضيها الزراعية؛ كـما وقعت موزمبيق عقودا مع مزارعين أجانب لتسليم 21.1 في المائة من أراضيها[415]. ما يقرب من 10 في المائة من الأراضي في جنوب السـودان (وفقا لمحللـين نرويجيين) - و25 في المائة مـن أفضل مسـاحات الأراضي المحيطة بالعاصمة - جرى بيعها للمسـتثمرين بعد نيل البلاد اسـتقلالها[416] في العام 2011. وتوصلـت الصين إلى اتفاق مع جمهورية الكونغو الديموقراطية لزراعة أشجار زيت النخيل من أجل إنتاج الوقود الحيوي على 2.8 [417] مليون هكتار من الأراضي. هناك خلاف بين الخبراء حول نسبة الأراضي في هذه المبيعات الأفريقية الهائلة التي تستخدم لإنتاج الوقود الحيوي. لقد قدّر البنك الدولي في العام 2009، أن نسـبة 21 في المائة من هذه الأراضي اسـتُخدمت لإنتاج الوقود الحيوي؛ فيما قدرت منظمة التحالف الدولي للأراضي أن نسـبة 44 في المائة من الأراضي كانت مخصصة لإنتاج الوقود الحيوي[418].

حاولت الشركة المتعددة الجنسـيات دايـو الكورية الجنوبية شراء ما يقرب من نصف الأراضي الصالحة للزراعة في مدغشقر، غير أن أعمال الشغب العام هناك أدت إلى إلغاء العقد (اشترت شركات كورية جنوبية 700 ألف هكتار من الأراضي في شمال السـودان لزراعة القمح، حسب دراسة أجرتها صحيفة الغارديان، واشترت الإمارات العربية المتحدة نسبة أكبر بقليل[419] - 750 ألف هكتار من الأراضي).

في إثيوبيا، التي وُقِّعت فيها عقود مع أجانب لتسـليم 8.2 في المائة من الأراضي الزراعيـة، نقلت صحيفة الغارديان عن أوتشـالا نايكاو، الـذي يتحدر من منطقة غامبيـلا ويعيش الآن في المملكة المتحدة، قوله: «إن الشركات الأجنبية تصل بأعداد كبيرة، وتسلب الناس الأراضي التي كانوا يستخدمونها منذ قرون. لا يوجد أي تشاور مع السكان الأصليين. تتم الصفقات سرا. الشيء الوحيد الذي يراه السكان المحليون هو قدوم أناس مع عدد كبير من الجرارات لغزو أراضيهم. جرى الاستيلاء على جميع الأراضي المحيطة بقرية عائلتـي إيليا ويجري إخلاؤها حاليا. يُفرض على الناس الآن العمل لمصلحة شركة هندية. سُـلبت أراضيهم عنـوة ولم يمنحوا أي تعويض. الناس لا يستطيعون تصديق ما يحدث. سوف يتضرر آلاف الناس ويعانون الجوع»[420].

بـادر البنك الـدولي تقارير عن الصفقات الدولية لامتـلاك الأراضي الزراعية بين العامين 2008 و 2009، وخَلُصَ إلى أنه خلال فترة العامين تلك اشترت الدول

الأجنبية والشركات ما يقرب من 80 مليون هكتار من الأراضي تقريبا - أي ما يقارب مساحة دولة مثل باكستان - وأن ثلثي[421] هذه الصفقات أُبرم في أفريقيا. فضلا عن الحجم الهائل لمشتريات الأراضي الدولية وعقود الإيجار الطويلة الأجل في أفريقيا، سلّطت المنظمات غير الحكومية الأفريقية والدولية الضوء على مخاوف أخرى تشمل مشاكل تخص استخدام المياه، وإدارة التربة، وتأثير ذلك على المزارعين المحليين الذين أصبحت حقوقهم التي كانوا يتمتعون بها في حيازة الأراضي قبل فترة الاستعمار غير قابلة للتنفيذ. في أوغندا، التي وُقعت فيها اتفاقيات لتسليم 14.6 في المائة من الأراضي الزراعية إلى مزارعين أجانب، رفع 20 ألف شخص دعوى يدّعون فيها أنهم طُردوا ظلما[422] من أراضيهم؛ والقضايا لاتزال معلّقة في المحاكم الأوغندية.

بعد فحص أكثر من ثلاثين دراسة في هذه المسألة، خَلُصَ المعهد الدولي للبيئة والتنمية إلى أن العديد من الاستثمارات الاجنبية الواسعة النطاق فشلت بالفعل بسبب الحسابات الخطأ فيما يتعلق بالصعوبات في تمويل المشاريع[423] أو خطط الأعمال غير الواقعية. جزء من المشكلة الأساسية هو عدم التوازن الإجمالي في السلطة السياسية، حيث تتعامل النخب في الحكومات غير الديموقراطية مع الشركات المتعددة الجنسيات والدول الأجنبية لتحقيق أرباح قصيرة الأجل على حساب استدامة قدرة بلادهم على إنتاج الغذاء، وغالبا ما تكون على حساب المزارعين الفقراء الذين يطردون من أراضيهم عندما تُنقل الملكية.

اضطرت العديد من الدول التي تعاني من فقدان التربة السطحية، والتراجع الحاد في غلة المحاصيل، ونقص المياه العذبة، إلى زيادة حجم وارداتها من المواد الغذائية. قد يكون للمملكة العربية السعودية آخر حصاد للقمح في العام 2013؛ فقد أعلنت المملكة سابقا أنها سوف تعتمد كليا على واردات القمح بحلول العام 2016 [424]. في سبعينيات القرن المنصرم، وخشية منها أن يجعلها الدور المركزي الذي قامت به في تنظيم حظر تصدير النفط لمنظمة أوبك عرضة لحظر مضاد على واردات الحبوب التي تعتمد عليها بشكل كبير لإطعام شعبها، أطلقت المملكة العربية السعودية برنامجا عاجلا لتقديم العون المالي (بتكلفة تقارب 1000 دولار للطن الواحد) لدعم زراعة القمح وريِّها من مستودع مائي عميق غير متجدد[425]

يقع تحت شبه الجزيرة العربية. بيد أنها أدركت متأخرا بعد سنوات لاحقة أنها كانت تستعجل استنزاف مياه المستودع وأعلنت إلغاء البرنامج. وقال نائب وزير الزراعة السعودي للبحث والتطوير عبد الله العبيد: «إن قرار استيراد القمح جاء للحفاظ على المياه». تستهلك الزراعة من 85 إلى 90 في المائة من المياه في المملكة العربية السعودية، و80 إلى 85 في المائة من تلك المياه تأتي من مستودعات المياه الجوفية[426]. (وفي أماكن أخرى في المنطقة، حظرت إسرائيل عمليات ري القمح في العام 2000).

المحيطات

دفعت حاجة عديد من الدول إلى تلبية الطلب المتزايد على المياه العذبة والمواد الغذائية، وخاصة البروتين، إلى توجيه الأنظار إلى المحيطات للإغاثة. المملكة العربية السعودية هي واحدة من الكثير من الدول التي تحلم منذ أمد طويل بأن الحل المنطقي لمشاكلنا المائية مرتبط في نهاية المطاف بتحلية مياه البحر[427]. فبعد كل شيء، فإن 97.5 في المائة من مجموع المياه الموجودة على وجه الأرض هي مياه مالحة، ومعظم الخطط للتعامل مع النقص الحالي والمتوقع للمياه العذبة تشمل استخدام وتخصيص نسبة الـ 2.5 في المائة المتبقية من موارد المياه على الأرض - 70 في المائة من المياه الموجودة على الأرض محبوسة تحت طبقات الجليد والثلوج الموجودة في القارة القطبية الجنوبية وغرينلاند[428].

مع الأسف، وعلى رغم توافر أفضل التكنولوجيات حاليا، فإن كمية الطاقة المطلوبة لإزالة الملح والمعادن الأخرى من مياه البحر هائلة إلى درجة أن المملكة العربية السعودية الغنية بالطاقة لا تستطيع تحمل تكلفتها[429]. ما هو مفيد أكثر، من وجهة نظرهم، هو بيع النفط الذي كان يتعين عليهم حرقه في محطات تحلية المياه واستخدام المال لتمويل عمليات شراء استخدام الأراضي الغنية بالمياه في أفريقيا[430]. هناك، بالطبع، الكثير من محطات تحلية المياه في العالم، بما في ذلك في المملكة العربية السعودية[431]. ومع ذلك، فإن الكميات المنتجة لاتزال صغيرة نسبيا والتكلفة للاستفادة بشكل أكبر من التحلية لسد حاجات العالم المتنامية من المياه لا يمكن تحملها ماليا.

على رغم ذلك، هناك العديد من العلماء والمهندسين الذين يعملون من أجل ابتكار تقنيات جديدة لتحلية المياه ذات جدوى من حيث التكلفة. يعتقد البعض أن هذا التحدي هو سبب آخر يدفع العالم إلى الشروع في بذل جهود دولية كبيرة واسعة النطاق للحد السريع من التكلفة القائمة حاليا بالاستفادة من الطاقة الشمسية. لقد رأيت الكثير من خطط العمل المثيرة للاهتمام التي تهدف إلى حل هذه المشكلة، ولكن لا يبدو أن أيا منها حتى الآن قابل للتحقيق من الناحية المالية.

كمقياس لمدى اليأس الذي يمكن أن يسببه نقص المياه، قدم أحد الأمراء السعوديين، وهو محمد الفيصل، تمويلا لمهندس فرنسي، جورج موجان، لوضع خطة عمل لاقتطاع أقسام من الجبال الجليدية في شمال المحيط الأطلسي ومن ثم سحبها إلى المناطق التي تعاني الجفاف الشديد[432]. وفقا لحساباتهم، فإن 30 مليون طن من جبل الجليد يمكن أن توفر مياها عذبة تكفي 500 ألف نسمة لمدة عام[433].

في العادة يتطلب إنتاج المحاصيل الغذائية، بطبيعة الحال، كلا من المياه العذبة والتربة السطحية. ومع ذلك، فقد أعلن بعض المتفائلين بقدرة التكنولوجيا إمكانية زراعة المحاصيل من دون التربة السطحية في مرافق الزراعة المائية حيث يجري تعليق النباتات على حمّالات وتزويدها بكميات وافرة من الماء، والمغذيات، وضوء الشمس[434]. مع الأسف، فإن الزراعة المائية هي المكافئ الغذائي لعملية تحلية المياه: فهي باهظة التكاليف إلى حد حظرها، وذلك لأنها تعتمد بشكل كبير أيضا على الطاقة.

غير أن هناك مصدرا واحدا للبروتين عالي الجودة لا يتطلب التربة السطحية، وهو المأكولات البحرية. اليوم، يعتمد أكثر من 4.3 مليار شخص على الأسماك لما يقارب 15 في المائة[435] من استهلاكهم من البروتين الحيواني. لكن، مع الأسف، الطلب على الأسماك يفوق العرض بكثير. فقد زاد استهلاك الأسماك بشكل ملحوظ بسبب اتجاهين مألوفين: نمو عدد السكان ونمو نصيب الفرد الواحد من الاستهلاك. على مدى نصف القرن الماضي، ارتفع متوسط استهلاك الشخص من الأسماك عالميا من 22 رطلا للشخص الواحد في السنة إلى ما يقارب 38 رطلا [436] في العام 2012. ونتيجة لذلك، فإن الغالبية العظمى من مصائد الأسماك في المحيطات جرى الإفراط في استخدامها إلى درجة أن ثلث الثروة السمكية في المحيطات تقريبا في خطر[437]،

وفقا للأمم المتحدة. مخزونات الأسماك الكبيرة - سمك التُنْ، وأبو سَيْف، ومارلن، والقُدّ، والهَلْبُوت، والسمك المفلطح، على سبيل المثال، انخفضت أعدادها بنسبة 90 في المائة منذ ستينيات القرن المنصرم[438].

على الرغم من أن عوامل أخرى تؤدي دورا - بما في ذلك تدمير الشعاب المرجانية والتغيرات في درجة حرارة المحيطات والحموضة الناجمة عن تلوث الاحترار العالمي - فإن الاستغلال المفرط لمصائد الأسماك في المحيطات هو السبب الرئيس لهذا الانخفاض. وصل العالم إلى «الذروة في صيد الأسماك» قبل خمسة وعشرين عاما[439]. وفقا لأمانة الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي، «نحو 80 في المائة من الثروة السمكية البحرية في العالم التي تتوافر معلومات تقديرية عنها هي إما مستغلة بشكل كامل أو أن هناك إفراطا في استغلالها... انخفض متوسط الحد الأقصى لحجم الأسماك التي يجري صيدها عالميا بنسبة 22 في المائة منذ العام 1959 بالنسبة إلى جميع المجتمعات التي جرى تقييمها. وهناك أيضا اتجاه متزايد لحدوث انهيارات في مخزونات الأسماك مع مرور الوقت، حيث انهار 14 في المائة من المخزونات التي قُيِّمت في العام 2007»[440].

والأخبار السارّة هي أن مصايد الأسماك في المحيطات، التي تدار بعناية، يمكن أن تستعيد عافيتها وهذا ما يحدث. لقد قادت الولايات المتحدة الطريق في إجراء مثل هذه الحمايات، والكثير من مصايد الأسماك في الولايات المتحدة هي الآن تتحسن في سلامتها ووفرتها. أصدر الرئيس جورج دبليو بوش تشريعا لإنشاء نظام حماية ممتاز لمنطقة بحرية كبيرة في المحيط الهادئ[441] شمال غرب جزر هاواي. ومع ذلك، لم تحذُ معظم البلدان حذو الولايات المتحدة في القيود المفروضة على الصيد الجائر، ولايزال استهلاك الأسماك العالمي يتواصل بازدياد مطّرد.

يجري الآن تأمين معظم الزيادة المستمرة في استهلاك الأسماك من الأسماك المستزرعة. ومع ذلك، هناك مخاوف متزايدة بشأن التوسع السريع في تربية الأحياء المائية - 61 في المائة منها سوف يحدث في الصين[442] على مدى السنوات السبع المقبلة. الأسماك المستزرعة لا تملك الخواص الصحيّة ذاتها للأسماك الطبيعية وغالبا ما تكون ملطخة بالملوثات، والمضادات الحيوية، ومضادات الفطريات - لاسيما إذا كانت مستوردة من الصين أو غيرها من الولايات القضائية التي تفتقر إلى التطبيق

السليم للقوانين البيئية[443]. بالإضافة إلى ذلك، تُغذّى معظم الأسماك المستزرعة بكميات كبيرة من الأسماك الطبيعية الأصغر المُعالجَة لتصبح طعاما مجهّزا للأسماك. يغذّى سمك السلمون، على سبيل المثال، بنسبة خمسة أرطال من الأسماك الطبيعية لكل رطل واحد مُنْتَج من سمك السلمون المستزرع[444]. وبالتالي، فإن عمليات صيد كميات هائلة من الأسماك الصغيرة في المحيطات يسبب الآن مزيدا من الانقطاع في السلسلة الغذائية في المحيطات.

خلال رحلة استكشافية إلى القطب الجنوبي في العام 2012، تحدثت مع بعض العلماء الذين يشعرون بقلق عميق إزاء الإفراط في استغلال الثروة البحرية من سمك الكريل في المحيط المتجمد الجنوبي، وذلك بشكل كبير لتحويله إلى طعام للأسماك والحيوانات الأليفة. وقد لاحظت وزارة الزراعة الأمريكية أن الإفراط في استغلال ما يسمى الأصناف الصناعية التي تستخدم لإنتاج وجبات الأسماك بدلا من الاستهلاك البشري المباشر، سوف يبدأ في فرض قيود على إنتاج وجبات الأسماك وزيت السمك لتربية الأحياء المائية في العام 2013. يُصنع الآن أكثر من نصف طعام الأسماك في الزراعة[445] من البروتينات النباتية، ويحاول بعض المصنعين رفع هذه النسبة، لكن لايزال من الصعب توفير المغذيات الأساسية بشكل اقتصادي من دون وجبات الأسماك.

بالإضافة إلى ذلك، فإن أي توسع كبير في البروتينات النباتية المخصصة لتربية الأحياء المائية سوف يمثل أيضا تحوّلا آخر للأراضي الصالحة للزراعة من إنتاج المواد الغذائية التي يمكن استهلاكها مباشرة من قبل الناس.

الإفراط في استغلال المحيطات، مثل الاستنزاف غير المسؤول لموارد العالم من المياه العذبة والتربة السطحية، زاد من توجيه الأنظار إلى الهندسة الوراثية للنباتات والحيوانات - لمنحها خواص تمكنها من الازدهار في ظل الظروف الجديدة التي ننشئها في العالم. على الرغم من أن أكثر من 10 في المائة من جميع الأراضي الزراعية[446] تُزرع الآن بمحاصيل معدلة وراثيا، فإن القضايا التي تثيرها معقدة كما سنرى.

5

إعادة اكتشاف الحياة والموت

للمرة الأولى في التاريخ، يخلق العالم الرقمي للبشر قدرة جديدة على تغيير تكوين الكائن البشري. التقاء الثورة الرقمية مع ثورة علوم الحياة لا يغير فقط معرفتنا وطريقة تواصلنا، وطبيعة أعمالنا وطريقة تنفيذها فقط - بل بدأ يغير تكويننا كبشر.

وبالفعل، تؤدي الاستعانة بالمصادر الخارجية والروبوتات الخاصة باللبنات الوراثية، والكيميائية الحيوية، والهيكلية لبناء الحياة ذاتها إلى ظهور أشكال جديدة من الميكروبات، والنباتات، والحيوانات، والبشر. نحن نعبر الحدود القديمة: الحد الذي يفصل نوعا عن آخر، والحد الفاصل بين الناس والحيوانات، والتمييز بين الكائنات الحية والآلات التي من صنع الإنسان.

«نظرا إلى الاهتمام الكبير الذي تم إيلاؤه للأمراض المعدية، فإن الأسباب الرئيسة التي تؤدي إلى الوفاة في العالم اليوم، وفقا لمنظمة الصحة العالمية، هي الأمراض المزمنة غير المعدية»

في الميثولوجيا، كانت الخطوط التي تقسم القوى بين تلك التي من صلاحيات الآلهة وتلك

التي يُسمح للبشر بامتلاكها موسومةً بتحذيرات؛ وكانت التجاوزات لهذه الخطوط تلقى عقابا شديدا. ومع ذلك، لم تأتِ آلهة، ولا حتى زيوس، لتحظر علينا إدخال الجينات البشرية في الحيوانات الأخرى[1]؛ أو تكوين مخلوقات هجينة عن طريق خلط جينات العناكب والمَعز[2]؛ أو إجراء عملية جراحية لزرع رقائق الكمبيوتر السيليكونية في المادة السنجابية للأدمغة البشرية[3]؛ أو توفير قائمة جينية من الصفات الوراثية القابلة للاختيار بالنسبة إلى الآباء الذين يرغبون في تصميم أطفالهم[4].

يأخذنا استخدام العلم والتكنولوجيا في محاولة لتعزيز الكائنات البشرية إلى ما هو أبعد من الحدود الخارجية للخرائط المعنوية والأخلاقية والدينية التي ورثناها عن الأجيال السابقة. نحن الآن في أرض مجهولة، حيث تشير الخرائط القديمة في بعض الأحيان إلى ذلك بعبارة «هناك يوجد وحوش» (There Be Monsters)[5]، ولكن أولئك الذين كانوا يتحلون بالشجاعة الكافية للإبحار إلى المجهول كانوا في الغالب يكافأون بشكل مُجزٍ، وفي هذه الحالة، فإن المجتمع العلمي يعلمنا بثقة كبيرة أنه في مجال الرعاية الصحية وغيرها من المجالات هناك تقدم عظيم في انتظارنا، على الرغم من أننا في حاجة إلى التحلي بالحكمة لاتخاذ قرار بشأن كيفية المضي قدما.

عندما يستحوذ البشر على قوة جديدة لم يسبق تصورها من قبل، غالبا ما تخلق التجربة مزيجا من الابتهاج والرهبة. في تعاليم الأديان الإبراهيمية، حُكم على الرجل الأول والمرأة الأولى بحياة حافلة بالكدح عندما استوليا على المعرفة التي كانت محرمةً عليهما[6]. عندما سرق بروميثيوس النار من الآلهة، حكم عليه بالعذاب الأبدي. وفي كل يوم، كانت النسور تنهش من لحمه وتلتهم كبده، ولكن في كل ليلة كان كبده يولد من جديد لكي يتمكن من تحمل آلام المصير نفسه في صباح اليوم التالي[7].

ومن المفارقة أن العلماء في جامعة ويك فورست يعملون الآن عن طريق الهندسة الجينية لاستبدال الأكباد بالمفاعلات الحيوية الموجودة في مختبراتهم[8] - ولا أحد يشك في أن عملهم الرائد يتمتع بالجودة الخالصة. تُولد آفاق التقدم في جميع أشكال الرعاية الصحية تقريبا الابتهاج في العديد من مجالات البحوث الطبية - علما أنه من الواضح أن الثقافة وممارسة الطب، جنبا إلى جنب مع كل من مهن

ومؤسسـات الرعاية الصحية، سيُعاد قريبا تنظيمهما بذات الطريقة التعطيلية التي حصلت مع شركات الآلات الكاتبة والأسطوانات الموسيقية القديمة التي سبقتها.

الرعاية الصحية الدقيقة

مـع العلاجات الجديـدة المحتملـة المثيرة والخارقة نسـبيا للأمـراض الفتاكة والظـروف الواهنـة في أفق الأبحاث، يعتقد العديد من خـبراء الرعاية الصحية أنه لا مفـر من حـدوث تحول جذري عما قريب في ممارسـة الطب. يسـتند «الطب الشـخصي»، أو كما يشـير إليه البعض الآن بـ «الطب الدقيق»، إلى النماذج الرقمية والجزيئية للجينات الشـخصية، والبروتينات، والمجتمعـات الميكروبية، وغيرها من مصادر المعلومات ذات الصلة طبيا. ويعتقد معظم الخبراء أنه من شـبه المؤكد أن يصبح نموذجا للرعاية الطبية[9].

القدرة على الرصد والتحديث المتواصل لوظائف واتجاهات الصحة الشـخصية سـوف تجعل الرعاية الوقائية أكثر فعالية. الاقتصاديـات الجديدة للرعاية الصحية التـي تحركها هذه الثورة يمكـن أن تجعل قريبا نموذج التأمين التقليدي القائم على مجموعات المخاطر الكبيرة بائدا، بسـبب الكـم الهائل من المعلومات الدقيقة جدا حول كل فرد[10] التي يمكن جمعها الآن. يُعاد بالفعل اكتشـاف دور شركات التأمين مـع اعتماد هذه الشركات نمـاذجَ الصحة الرقمية ومعالجتها لاسـتخراج «البيانات الكبيرة» (big data) التي جرى إنشاؤها.

المسـتحضرات الدوائية التي تسـتهدف الآن مجموعات كبـيرة من الأفراد التي تُظهـر أعراضا مماثلة سـيجري توجيههـا قريبا نحو اسـتهداف التوقيعات الوراثية والجزيئيـة لـكل مريض مـن المرضى. بدأت هـذه الثورة بالفعـل تحدث في علاج السرطان وعلاج «الأمراض النادرة» (orphan diseases) (تلك التي تؤثر في أقل من 200 ألف شـخص في الولايات المتحدة، والتعريـف يختلف من بلد إلى آخر). ومن المتوقع أن يتوسع هذا الاتجاه مع تحسن معرفتنا للأمراض.

اسـتخدام الذكاء الاصطناعي- مثل نظام واتسـون لشركة آي بي إم- لمسـاعدة الأطباء في إجراء التشخيص وتوصيف خيارات العلاج يعِدُ بالحد من الأخطاء الطبية وتعزيـز مهـارات الأطبـاء[11]. تماما كما يُحـدث الذكاء الاصطناعـي ثورة في عمل

المحامين، فإنه سيغير بشكل جذري عمل الأطباء. كتب الدكتور إريك توبول، في كتابه «التدمير الخلاق للطب»: «هذا أكبر بكثير من التغيير؛ هذا هو جوهر التدمير الخلاق كما تصوره [عالم الاقتصاد النمساوي جوزيف] شومبيتر. في نهاية المطاف لن يكون هناك أي جانب من الصحة والطب اليوم بمنأى عن التأثير بشكل أو بآخر. فالأطباء، والمستشفيات، وصناعة علوم الحياة، والحكومة وأجهزتها الرقابية: جميعها خاضعة للتحول الجذري»[12].

سيمارس الأفراد دورا مختلفا في رعايتهم الصحية أيضا. تعمل فرق طبية عديدة مع مهندسي البرمجيات لتطوير برامج تتبع ذاتي أكثر تطورا من شأنها تمكين الأفراد من تعديل السلوكيات غير الصحية بنجاح أكبر من أجل إدارة الأمراض المزمنة[13]. تُسهل بعض هذه البرامج مزيدا من التواصل المنتظم بين الأطباء والمرضى لمناقشة وتفسير التدفقات المستمرة للبيانات من الشاشات الرقمية الموجودة على - أو داخل - جسم المريض[14]. وهذا هو جزء من اتجاه أوسع نطاقا يُعرف باسم حركة «مدخلات بيانات الحياة اليومية للمريض» (quantified self).

تقوم برامج وتطبيقات أخرى بإنشاء شبكات اجتماعية من الأفراد الذين يحاولون التعامل مع التحديات الصحية نفسها - وذلك جزئيا للاستفادة مما يشير إليه العلماء بتأثير هوثورن: المعرفة البسيطة بأن التقدم الذي أحرزه شخص ما يجري رصده من قبل آخرين تؤدي إلى تحسن يوازي مقدار التقدم الذي أُحرز[15]. على سبيل المثال، بعض الناس (وأنا لا أعتبر نفسي من ضمن هذه المجموعة) مغرمون بالموازين الجديدة التي تُرسل أوزانهم آليا على موقع تويتر بحيث يرى كل من يتتبعهم التقدم الذي أحرزوه من عدمه[16]. هناك شركات جديدة يجري تطويرها بناء على ترجمة التجارب السريرية التي تشكل علامة فارقة (مثل برنامج الوقاية من مرض السكري) من الدراسات الغنية بالمصادر في برامج وسائل الإعلام الاجتماعية والرقمية. يعتقد بعض الخبراء أن الوصول العالمي إلى البرامج الرقمية على نطاق واسع[17]، والذي يهدف إلى تغيير السلوكيات الهدامة، قد يتمكن قريبا من الحد بشكل كبير من الإصابة بالأمراض المزمنة مثل السكري والسمنة.

القدرات الجديدة التي اكتسبها العلماء في مشاهدة الخلايا في النُظُم الحية، ودراستها، ورسم خريطة لها، وتعديلها، والتلاعب بها يجري تطبيقها أيضا على

الدماغ البشري[18]. لقد استُخدمت هذه التقنيات بالفعل لتمكين أصحاب الأطراف المبتورة من التحكم في الأذرع والسيقان الاصطناعية المتطورة عبر أدمغتهم[19]، كأنهم يستخدمون أطرافهم الطبيعية - وذلك من خلال ربط الأطراف الاصطناعية بأجهزة عصبية تُزرع في الدماغ. عمد الأطباء أيضا إلى تمكين القردة المشلولة من تشغيل أذرعها ويديها من خلال زرع جهاز في الدماغ مُتصل مع العضلات المناسبة. فضلا عن ذلك، توفر هذه الاختراقات العلمية إمكانية علاج بعض أمراض الدماغ[20].

تماما مثلما قاد اكتشاف الحمض النووي إلى رسم خرائط الجينوم البشري، فإن اكتشاف كيف تتصل الخلايا العصبية في الدماغ، وتتواصل بعضها مع بعض سيقود لا محالة إلى رسم خريطة كاملة لما يسميه علماء الدماغ «خارطة الاتصالات العصبية» (connectome) [21](*) - على الرغم من أن معالجة البيانات المطلوبة تُقدر بنحو عشرة أضعاف تلك المطلوبة لرسم خرائط الجينوم[22]، وعلى رغم أن العديد من التكنولوجيات الرئيسة اللازمة لاستكمال الخريطة لاتزال في طور التنمية[23]، فإن علماء الدماغ على ثقة كبيرة بأنهم سيكونون قادرين على استكمال أولى «خرائط الأسلاك العصبية على نطاق أوسع»[24] في غضون السنوات القليلة المقبلة.

أهمية إنجاز مخطط كامل للأسلاك العصبية في دماغ الإنسان لا يمكن على الإطلاق اعتباره نوعا من المغالاة. قبل أكثر من ستين عاما، توقع تيلار دي شاردان أن «الفكر يمكن أن ينجز اصطناعيا آلة التفكير ذاتها إلى حد الكمال»[25].

يستخدم بعض الأطباء الأجهزة العصبية المزروعة في الدماغ كمنظمات لضبط أدمغة الأشخاص الذين يعانون مرض باركنسون[26] - وتأمين تنشيط عميق للدماغ لتخفيف أعراض المرض لديهم[27]. وقد استخدم آخرون تقنية مشابهة لتنبيه الناس الذين يعانون الصرع حول العلامات الأولى لحدوث نوبة الصرع وتحريض الدماغ للحد من تأثيرها. فيما استخدم البعض الآخر فترة طويلة أجهزةَ العصب القوقعي المزروعة في الدماغ المتصلة بميكروفون خارجي لإصدار صوت يصل إلى الدماغ والعصب السمعي. ومن المثير للاهتمام، أن هذه الأجهزة ينبغي تفعيلها على مراحل لإعطاء المخ فرصة للتكيف معها[28]. في بوسطن، قام العلماء في عيادة

(*) كان أولاف سبورنز، أستاذ في علم الأعصاب الإدراكي الحسابي في جامعة إنديانا، أول من صاغ مصطلح «خارطة الاتصالات العصبية» (connectome)، ويوجد لدى المعاهد الوطنية للصحة الآن «مشروع خارطة الاتصالات العصبية البشرية».

ماساتشوسـتس للعين والأذن بتوصيل عدسة إلى العصب البصري لرجل كفيف، مما مكنه من مشاهدة الألوان وحتى قراءة النصوص المطبوعة بأحرف كبيرة.

على الرغم من كل الفرح والابتهاج الذي يصاحب هذا التقدم الخارق في مجال الرعاية الصحية، هناك توجـس خفي لدى البعض أيضا، لأن نطاق، وحجم، وسرعة الثورات المتعددة في مجال التكنولوجيا الحيوية وعلوم الحياة سـوف تتطلب منا في القريب العاجل إجراء تمييز شـبه إلهي تقريبا بين ما هو خير وما هو شر لمسـتقبل الجنس البشري بأكمله، ولاسيما عندما يكون الأمر مرتبطا بالتعديل الدائم في سلالة الجينات. فهل نحن على اسـتعداد لاتخاذ مثل هذه القرارات؟ تشير الأدلة المتوافرة إلى الإجابة بالنفي، ولكننا سنتخذها على أي حال.

حساب أخلاقي معقد

نحن نعلم بالفطرة أننا في حاجة ماسـة لكي نتحلى بمزيد من الحكمة أكثر مما لدينا حاليا كي نسـتطيع تسخير هذه القوى الجديدة بشيء من المسؤولية. ولضمان ذلك فإن العديد من الخيارات سهلة لأن الفوائد الواضحة لمعظم التدخلات الجديدة القائمة على الجينات سـتكون غير أخلاقية إن لم نقم باسـتخدامها. احتمال القضاء على مرض السرطان، وداء السـكري، ومرض الزهايمر، والتصلب اللواحي، وغيرها من الأمـراض الفتاكة والمخيفة يضمن أن هذه القدرات الجديدة سـتمضي قدما بمعدل تسارع غير مسبوق.

قـد لا تكون الخيـارات الأخرى بذات البسـاطة. القدرة المتوقعـة على اختيار مواصفـات مثل الشـعر ولون العينين، والطـول، والقوة، والـذكاء لإنجاب «أطفال مصممة حسـب الطلب» (designer babies) قد تلقى قبولا عند بعض الآباء[29]. على رغم كل ذلك، خذ بعين الاعتبار ما فعلته سـابقا النزعة التنافسـية لدى الآباء والأمهات في مسـألة المثابرة في الإعداد للامتحانات[30]. إذا كان يُنظر إلى بعض الآباء على أنهم يمنحون أطفالهم أفضليةً حاسمة من خلال إدخال بعض الصفات الوراثية المفيدة، قد يشعر الآباء الآخرون بأنه يتعين عليهم القيام بذات الشيء[31].

علاوة على ذلك، سـيتم تمريـر بعض التعديلات الوراثية للأجيـال المقبلة، وقد يؤدي ذلـك إلى تغييرات جينية إضافية غير مفهومة تمامـا حتى الآن[32]. هل نحن

على استعداد للقبض على مفتاح التحكم بالوراثة وتحمل المسؤولية في توجيه مسار التطور المستقبلي بشكل فعلي - وعلى حد تعبير د. هارفي فينبرغ، رئيس معهد الطب، في العام 2011 «سنكون قد حولنا الطراز القديم للتطور إلى تطور من الطراز الجديد»[33]. هل نحن على استعداد لاتخاذ هذه الخيارات؟ ومرة أخرى، يبدو أن الجواب هو لا، ولكننا سنقوم باتخاذها على أي حال.

ولكن من «نحن» الذين سوف نتخذ هذه الخيارات؟ هذه التغييرات القوية بشكل لا يصدق تفوق القدرة الحالية للجنس البشري لصنع القرار التشاوري الجماعي. أدى ضمور الديموقراطية الأمريكية وغياب القيادة في المجتمع الدولي الناجم عن ذلك إلى حدوث فراغ في السلطة في الوقت عينه الذي كان يتعين على الحضارة الإنسانية تشكيل أولويات هذه الثورة بسبل تعمل على حماية القيم الإنسانية. فبدلا من اغتنام الفرصة لخفض تكاليف الرعاية الصحية وتحسين النتائج، تقوم الولايات المتحدة بتخفيض استثمارها في البحوث الطبية الحيوية[34]. انخفضت ميزانية المعاهد الوطنية للصحة على مدى السنوات العشر الماضية، ويشهد نظام التعليم في الولايات المتحدة تراجعا في العلوم والرياضيات والهندسة.

قال أحد الرواد الأوائل في عمليات الإخصاب في الأنابيب، الدكتور جيفري شتاينبرغ، الذي يدير معاهد الخصوبة في لوس أنجلوس، إن بداية عصر اختيار الصفات الفعال تدهمنا الآن. ويقول شتاينبرغ: «لقد حان الوقت للجميع لسحب رؤوسهم من تحت الرمال»[35]. وقال أحد زملائه في المركز، مارسي دارنوفسكي، إن الاكتشاف الذي تحقق في العام 2012 لعملية غير باضعة لوضع تسلسل جينوم كامل لأحد الأجنة يثير بالفعل «بعض السيناريوهات التي تدعو إلى القلق بشكل كبير»، مضيفا أن من بين الأسئلة التي قد تطرح جراء الاستخدام الأوسع لمثل هذه الاختبارات سؤالا مفاده: «من الذي يستحق أن يولد؟»[36].

أعرب ريتشارد هيز، المدير التنفيذي لمركز علم الوراثة والمجتمع، عن قلقه من أن النقاش حول المسائل الأخلاقية المتعلقة بالفحص الجيني للجنين واختيار الصفات لم يشارك فيه بشكل رئيس سوى مجموعة صغيرة من الخبراء، وأن «الناس العاديين يشعرون بأنهم مغمورون بكثرة التفاصيل التقنية. يشعرون بأنهم لا حول

لهم ولا قوة»[37]. كما أعرب أيضا عن قلقه من أن الاستخدام الواسع النطاق لاختيار الصفات قد يؤدي إلى «معاملة الأطفال كسلع... نحن نؤيد استخدام [التشخيص الجيني ما قبل عملية زراعة المورثات (PGD)] للسماح للأزواج المعرضين للخطر بإنجاب أطفال أصحاء. ولكن لأغراض غير طبية، أي أغراض تجميلية، نحن نعتقد أن هذا من شأنه أن يقوض الإنسانية، ويخلق تنافسا محموما نحو عمليات تحسين النسل باستخدام التكنولوجيا»[38].

الدول تتنافس أيضا. قام معهد الجينوم في بكين الصين (BGI) بتركيب 167 آلة من أقوى آلات التسلسل الجيني في العالم في مرافق المعهد الموجودة في هونغ كونغ وشنجن التي، على حد قول الخبراء، ستتجاوز قريبا قدرة آلات التسلسل الموجودة في الولايات المتحدة بأسرها[39].

ويتمحور عمل هذه الآلات الأساسي على إيجاد الجينات المرتبطة بمعدلات أعلى من الذكاء ومطابقة الطلبة بشكل فردي مع المهن أو الوظائف التي تستثمر قدراتهم على أمثل وجه[40].

وفقا لبعض التقديرات، أنفقت الحكومة الصينية أكثر من 100 مليار دولار على أبحاث علوم الحياة في السنوات الثلاث الماضية فقط[41]، وأقنعت 80 ألف صيني من حملة شهادة الدكتوراه المتدربين في الدول الغربية بالعودة إلى الصين. أفاد أحد فرق البحث من الخبراء ومقره بوسطن، «مونيتر غروب» (مجموعة الرصد)، في تقرير نشره في العام 2010 بأن الصين «مهيأة لتصبح الدولة الرائدة عالميا في مجال اكتشاف وابتكار علوم الحياة خلال العقد المقبل»[42]. وقد أعلن مجلس الدولة الصيني أن صناعة البحوث الجينية ستكون إحدى ركائز[43] طموحاتها الصناعية في القرن الحادي والعشرين. وأفاد بعض الباحثين بأن هناك مناقشات أولية لوضع خطط من أجل الوصول في نهاية المطاف إلى تحديد تسلسل للجينات لكل طفل تقريبا في الصين[44].

تمارس الشركات المتعددة الجنسيات أيضا دورا قويا، فهي تستثمر بسرعة جميع التطورات المخبرية السباقة التي لها تطبيقات تجارية مربحة. بعد أن قام مجال السوق بغزو مجال الديموقراطية، يقوم الآن بالمراهنة أيضا من أجل الهيمنة على المحيط الحيوي. تماما مثلما نشأت شركة الأرض من ربط مليارات الحواسيب

والأجهزة الذكية القادرة على التواصل بسهولة بعضها مع بعض عبر جميع الحدود الوطنية، فإن شركة الحياة تنشأ من قدرة العلماء والمهندسين على ربط تدفق المعلومات الوراثية بين الخلايا الحية عبر كل حدود الأجناس.

تجري عملية الدمج بين شركة الأرض وشركة الحياة على قدم وساق. منذ تسجيل أول براءة اختراع خاصة بأحد الجينات[45] بقرار من المحكمة العليا في الولايات المتحدة في العام 1980، صدرت أكثر من 40 ألف براءة اختراع للجينات، تشمل 2000 من الجينات البشرية[46]. كما سجلت أيضا براءات اختراع خاصة بالأنسجة، بما في ذلك بعض الأنسجة التي أخذت من المرضى واستخدمت لأغراض تجارية دون الحصول على إذن منهم[47] (من الناحية الفنية، لكي تسجل براءة اختراع، يتعين على المالك أن يحول، ويعزل، وينقي الجينات أو الأنسجة بطريقة ما. ولكن من الناحية العملية، فإن الجينات أو الأنسجة نفسها تصبح تحت تصرف مالك براءة الاختراع تجاريا).

هناك مزايا واضحة لاستخدام سلطة دافع الربح وسلطة القطاع الخاص في استغلال الثورة الجديدة في مجال علوم الحياة. في العام 2012، وافقت المفوضية الأوروبية على استخدام أول عقار غربي لمعالجة الجينات، معروف باسم غلايبرا (Glybera)[48]، في علاج اضطراب وراثي نادر[49] يمنع تفكك الدهون في الدم. في شهر أغسطس من العام 2011، وافقت إدارة الغذاء والدواء (FDA) في الولايات المتحدة على عقار معروف باسم كريزوتينيب (Crizotinib)[50] لاستخدامه في معالجة نوع نادر من سرطان الرئة تسببه طفرة جينية.

ومع ذلك، فإن نفس اختلال توازن القوى الذي أنتج معدلات خطيرة من عدم المساواة في الدخل يتجلى أيضا في عدم المساواة في الوصول إلى المجموعة الكاملة من الابتكارات المهمة للإنسانية التي تتدفق من ثورة علوم الحياة. على سبيل المثال، تسيطر الآن إحدى شركات التكنولوجيا الحيوية - مونسانتو - على براءات اختراع الأغلبية العظمى من جميع البذور المزروعة في العالم. في العام 2010 قال أحد خبراء البذور في الولايات المتحدة، نيل هارل من جامعة ولاية أيوا، «نحن نعتقد الآن أن شركة مونسانتو[51] تسيطر على نسبة تصل إلى 90 في المائة من [علم الوراثة الخاص بالبذور]».

السباق إلى نيل براءات الاختراع في الجينات والأنسجة يتناقض بشكل صارخ مع الموقف الذي أعرب عنه مكتشف لقاح شلل الأطفال جوناس سولك(*) عندما سأله إدوارد مورو: «هذا اللقاح سيكون عليه طلب كبير. فالجميع سوف يرغب في امتلاكه. وهو لقاح من المرجح أن تكون له عوائد أرباح مجزية. فمن يملك براءة الاختراع؟». وفي معرض رده قال سولك: «الشعب الأمريكي، على ما أعتقد. هل يمكنك تسجيل براءة اختراع للشمس؟»[52].

رقمنة الحياة

في أيام سولك، كانت فكرة تسجيل براءات اختراع لاكتشافات علوم الحياة التي تصب في المصلحة العامة تبدو غريبة. وبعد بضعة عقود من الزمن، نفذ أحد أبرز أقران سالك، نورمان بورلوغ، ثورته الخضراء بتقنيات التهجين والتنغيل في الوقت الذي كان فيه هيجان البحث في الجينوم لايزال في مراحله المبكرة[53]. قرب نهاية حياته المهنية، أشار بورلوغ إلى السباق في الولايات المتحدة إلى تأمين ملكية براءات الاختراع على النباتات المعدلة وراثيا، قائلا: «ليكن الله في عوننا إذا قُدر لذلك أن يحدث[54]، فسوف نعاني جميعنا بسبب المجاعة». فهو كان يعارض هيمنة مجال السوق على علم الوراثة النباتية، وقال أمام مجموعة من الحضور في الهند: (لقد كافحنا ضد تسجيل براءات الاختراع... ودائما كنا ندافع عن التبادل الحر للمادة الوراثية»[55]. الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي على حد سواء يعترفان ببراءات الاختراع على الجينات المعزولة أو المنقاة. ولاتزال بعض القضايا الأخيرة ترفع في محاكم الاستئناف الأمريكية لدعم تسجيل براءات الاختراع للجينات[56].

على أحد الأصعدة، ليست عملية رقمنة الحياة سوى تكملة لقصة هيمنة الجنس البشري على العالم في القرن الحادي والعشرين. نحن دون سوانا من أشكال الحياة الأخرى، نمتلك القدرة على صناعة نماذج معلوماتية معقدة عن الواقع. ثم من خلال التعلم من عملية التلاعب بهذه النماذج، نكتسب القدرة على فهم الواقع والتعامل معه[57]. تماما مثلما يتم التعبير عن المعلومات التي تتدفق عبر العقل

(*) أول لقاح فعال للشلل طوره جوناس سولك في العام 1952 وتم ترخيصه للجماهير في العام 1955. قام فريق يقوده ألبرت سابين بتطوير أول لقاح شلل شفوي (يعطى عن طريق الفم) وقد رُخّص للجماهير في العام 1962.

العالمــي بالآحاد والأصفار - لبنات البناء الثنائيــة للثورة الرقمية - فإن لغة الحمض النــووي DNA التي تتحدث بها جميع الكائنات الحية يتــم التعبير عنها في أربعة أحرف هي: إيي A، تي T، سي C، وجي G[58].

حتــى لو أغفلنا الخــواص الخارقة الأخرى، فإن القدرة عــلى تخزين المعلومات للحمــض النووي هــو أمر مدهش. في العــام 2012، عمل فريــق بحث في جامعة هارفــارد يقوده جورج تشرش على ترميز كتاب بأكثر من 50 ألف كلمة إلى الخيوط المجدولة للحمض النووي، ومــن ثم إعادة قراءتها من دون ارتكاب أي أخطاء. قال قائــد الفريق تشرش، وهو عــالم أحياء جزيئية، إنه يمكن تخزين مليار نســخة من الكتــاب في أنبوب اختبار واســترجاعها عــدة قرون من الزمــن، وأن «جهازا بحجم الإبهــام يمكن أن يخزن كما من المعلومات[59] يســاوي تلك الموجودة على شــبكة الإنترنت برمتها».

ولكــن على صعيد أعمق، فإن اكتشــاف كيفية التعامل مــع تصاميم الحياة نفســها يحدد بداية قصة جديدة تماما. في العقد الذي تلا نهاية الحرب العالمية الثانية، تم اكتشاف التركيب الحلزوني المزدوج للحمض النووي على أيدي جيمس واتســون، وفرانسيس كريك، وروزاليند فرانكلين[60] (فرانكلين، كما يعلم مؤرخو العلــم الآن، حُرِمت ظلما من الاعتراف بمســاهماتها الإبداعية في البحث العلمي الــذي أعلن عن الاكتشــاف في العــام 1953. وتوفيت قبل منــح جائزة نوبل في الطب لاحقا لـ واتسون وكريك). في العام 2003، بعد خمسين سنة بالضبط، وُضع تسلسل الجينوم البشري[61].

حتــى مع تصــارع المجتمع العلمي مــع تحديات كل البيانات المتعلقة بتسلســل الحمض النووي، فهم يهمون في البدء بوضع تسلسل للرنا (الحمض النووي الريبي)[62]، الــذي اكتشــف العلماء أنه يمارس دورا أكثر تعقيدا بكثير مــن مجرد عمله كنظام الرنا المرْســال لنقل المعلومات التي تُترجَم إلى بروتينات[63]. البروتينات نفســها - التي تقوم ضمن أمور أخرى فعليا بعملية بناء الخلايا التي تشــكل جميع أشكال الحياة والتحكم بها[64] - يتم تحليلها في مشروع بروتيوم الإنســان[65]، الذي يجب أن يتعامل مع زيادة كبيرة أخرى في كمية البيانات المعنية. تتخذ البروتينات أشكالا مختلفة، وهي «مطوية» في نمــاذج تؤثر في وظيفتها ودورها[66]. بعــد أن «تترجم» يمكن أيضا تعديل البروتينات

كيميائيا بطرق متعددة لتوسيع نطاق وظائفها والتحكم في سلوكها[67]. يفوق تعقيد هذا التحدي التحليلي بكثير التعقيد الذي ينطوي عليه تسلسل الجينوم.

ينطوي «علم التخلق» (Epigenetics) على دراسة التغيرات القابلة للتوريث التي لا تشمل تغييرا في الحمض النووي الأساسي. أحرز مشروع الجينوم التخلقي البشري تقدما كبيرا[68] في فهم هذه التغييرات. العديد من المنتجات الدوائية المعتمدة على الاختراقات العلمية في مجال التخلق المتعاقب تساعد بالفعل مرضى السرطان[69]، ويجري حاليا اختبار العلاجات الأخرى في تجارب سريرية على البشر. يؤدي فك رموز الدعامات الأساسية للحياة، والصحة، والمرض إلى العديد من الاختراقات التشخيصية والعلاجية المثيرة.

بالطريقة نفسها التي تحتوي فيها الرموز الرقمية التي تستخدمها الحواسيب على محتوى من المعلومات وتعليمات التشغيل، فإن الرموز العالمية المعقدة للبيولوجيا التي يجري حاليا فكها وفهرستها لن تمكننا من فهم تصاميم أشكال الحياة فقط، بل ستجعلنا أيضا قادرين على تغيير تصاميمها ووظائفها. من خلال نقل الجينات من جنس إلى آخر، ومن خلال خلق جدائل جديدة من الحمض النووي من التصميم ذاته، يمكن للعلماء إدخالها في أشكال من الحياة لتحويلها وتطويعها [70]، لتفعل ما يريدونها أن تقوم به. ومثل الفيروسات، فإن جدائل الحمض النووي هذه ليست «حية» تقنيا لأنها لا تستطيع أن تستنسخ نفسها. ولكنها أيضا مثل الفيروسات، بإمكانها السيطرة على الخلايا الحية وبرمجة السلوكيات، بما في ذلك إنتاج المواد الكيميائية المخصصة التي لها قيمة في السوق[71]. بإمكانها أيضا برمجة استنساخ جدائل الحمض النووي التي أُدخلت في شكل من أشكال الحياة.

أنتج إدخال جدائل الحمض النووي الاصطناعية في الكائنات الحية بالفعل تطورات مفيدة. قبل أكثر من ثلاثين عاما، كان أحد الاختراقات الأولى هو تكوين مركب الأنسولين البشري ليحل محل الأنسولين الأقل فعالية المنتج من الخنازير وغيرها من الحيوانات[72]. في المستقبل القريب، يتوقع العلماء تحسنا ملحوظا في الجلد الاصطناعي[73] والدم البشري الاصطناعي[74]. ويأمل آخرون في تدبير تغييرات في الزراقِم (البكتيريا الزرقاء) لإنتاج منتجات متنوعة مثل تنوع الوقود للمركبات[75] والبروتين للاستهلاك البشري[76].

ولكن انتشـار التكنولوجيا يثير الأسئلة المقلقة لعلماء الأخلاق البيولوجية. وعلى حد تعبير أحد رؤساء مركز أبحاث يدرس هذا العلم، «يشكل علم الأحياء الاصطناعي ما يمكن أن يكون التحدي الأكثر جدية للإشراف الحكومي على التكنولوجيا في التاريخ البـشري، فهو يحمل في طياته مضاعفات اقتصادية، وقانونية، وأمنية، وأخلاقية تمتد إلى مـا هو أبعد من سـلامة وقـدرات التكنولوجيات ذاتها. ولكـن بفضل الحتمية الاقتصادية، إضافة إلى الحجم الهائل للأنشـطة العلمية والتجارية الجارية في جميع أنحـاء العالم، من غير الممكن بالفعل وقفها وظيفيا... فالطاغوت يقع بالفعل خارج حدود سيطرة الحكم»[77].

لأن رقمنـة الحياة تتزامن مع ظهور العقـل العالمي، فكلما حُل جزء جديد من اللغـز الأكـبر ووضعه في مكانه، تبدأ فرق البحث في جميـع أنحاء العالم على الفور بربطه مع أجزاء اللغز الأخرى التي كانوا يتعاملون معها. كلما تم تسلسل مزيد من الجينات، يصبح الأمر أسـهل وأسرع للعلماء في رسـم خريطة شبكة الاتصالات بين تلك الجينات وغيرها التي يُعرف أنها ستظهر في أنماط متوقعة.

وعـلى حد تعبير جون وانغ، المدير التنفيذي لمعهد دراسـات الجينوم في بكين، هناك «تأثير قوي للشـبكة... الحالة الصحية والمعلومات الجينية الشـخصية للفرد سـوف توفر، إلى حد ما، أدلة لفهم أفضل لجينومات الآخرين والآثار الطبية المترتبة عليها. في هذا المعنى، فالجينوم الشخصي ليس من أجل الفرد فقط، ولكن أيضا لأجل البشرية جمعاء»[78].

أدى التعاون غير المسبوق في العام 2012 بين أكثر من 500 عالم في اثنين وثلاثين مختـبرا مختلفـا في جميع أنحاء العـالم إلى إحداث اختراق رئيس للأجـزاء اللولبية للحمـض النووي التي كان يجري تجاهلها في المـاضي نظرا إلى أنها لا تمتلك أي دور مهم. اكتشـفوا أن ما يسـمى الحمض النووي عديم القيمة يحتوي على الملايين من «مفاتيح التشـغيل والإيقاف»[79] المرتبة في شـبكات معقـدة للغاية وتؤدي دورا حاسما في السـيطرة على وظيفة الجينات وتفاعلها. على رغم أن هذا الإنجاز البارز أدى إلى تحديد وظيفة 80 في المائة من الحمض النووي، فإنه جعل العلماء يشعرون بالتواضع أيضا لإدراكهم بأنه لايزال أمامهم مشوار طويل للوصول إلى الفهم الكامل، لكيفيـة عمل التنظيم الجيني للحياة بشـكل فعلي. قال جـوب ديكر، عالم الأحياء

الجزيئية في كلية الطب في جامعة ماساتشوستس بعد الاكتشاف أن كل مورثة يحيط بهـا «محيط من العناصر التنظيمية» في «هيكل ثلاثي الأبعاد معقد للغاية»[80]، ولم يتم حتى الآن إلا وصف واحد في المائة منه فقط.

سـهَّل العقـل العالمي أيضا ظهور السـوق العالمية المسـتندة إلى الإنترنت فيما يسـمى اللبنات الحيوية (biobricks) - جدائل الحمض النووي بخصائص معروفة واسـتخدامات يمكـن الاعتماد عليهـا - التي يمكن توفيرها بسـهولة وبشـكل غير مكلف لفرق من علماء الأحياء الاصطناعية. حفز العلماء في معهد ماساتشوسـتس للتكنولوجيا، بمن فيهم مؤسـس مؤسسـة بايوبريكـس (BioBricks)، رون فايس، على إنشـاء سـجل الأجزاء البيولوجية القياسـية، التي تعمل كمسـتودع عالمي، أو مكتبـة عالمية، للآلاف من شرائح الحمض النووي - وهي مقاطع يمكن اسـتخدامها كلبنـات بناء وراثية مـن التعليمات البرمجية مجانا. بالطريقة نفسـها التي حفزت فيهـا الإنترنت على توزيع التصنيع على مئات الآلاف من المواقع، تقوم أيضا بتوزيع الأدوات الأساسية والمواد الخام للهندسة الوراثية على المختبرات في كل القارات.

تأثير الجينوم

التقـارب بين الثورة الرقمية وثورة علوم الحياة يجعل هذه التطورات تتسـارع بوتيرة تتجاوز حتى السرعة التي تتقدم فيها أجهزة الحاسوب. لتوضيح مدى السرعة التي يتكشف فيها هذا التغيير الجذري، كانت تكلفة تسلسل الجينوم البشري الأول قبل عشر سـنوات نحو 3 مليارات دولار[81]. ولكـن في العام 2013 من المتوقع أن تصبـح الجينومـات الرقمية المفصلة للأفراد متوافرة بتكلفـة تصل إلى 1000 دولار فقط للشخص الواحد[82].

بهذا السعر، وفقا للخبراء، فإن الجينومات ستستخدم بشكل روتيني في عمليات التشـخيص الطبية، وفي صنع الأدوية الخاصـة بالتصميم الوراثي للفرد، وللعديد من الأغراض الأخرى. في هذه العملية، وفقا لأحد الخبراء في مجال الجينات[83]، «سوف تثار مجموعة من القضايا المتعلقة بالسياسة العامة (الخصوصية، والأمن، والإفصاح، والتعويـض المادي، والتفسـير، وتقديم المشـورة، وغيرهـا)، وكل المواضيع المهمة للمناقشات في المستقبل»[84]. في غضون ذلك، أعلنت شركة بريطانية في العام 2012

أنها ستبدأ قريبا جدا بيع جهاز صغير للتسلسل الجيني يستخدم لمرة واحدة بسعر يقل عن 900 دولار[85].

على مدى السنوات القليلة الأولى، وصل منحنى هبوط التكاليف لتسلسل الجينومات البشرية الفردية تقريبا إلى انخفاض قدره 50 في المائة كل 18 - 24 شهرا، وهي تُقاس منذ فترة طويلة وفق قانون مور (Moore›s Law)[86]. ولكن في نهاية العام 2007، بدأت تكلفة التسلسل تنخفض بوتيرة أسرع بشكل ملحوظ [87]، ويعود أحد أسباب ذلك إلى تأثير الشبكة، ولكن بشكل أساسي لأن التطورات المتعددة في التكنولوجيات المتعلقة بالتسلسل سمحت بزيادات كبيرة في طول جدائل الحمض النووي التي يمكن تحليلها بسرعة [88]. ويعتقد الخبراء أن هذه التخفيضات الاستثنائية في التكلفة سوف تستمر بسرعة خطيرة في المستقبل المنظور[89]. ونتيجة لذلك، تقوم بعض الشركات، بما فيها شركة لايف تكنولوجيز (تقنيات الحياة)، حاليا بإنتاج الجينومات الاصطناعية[90] على افتراض أن وتيرة الاكتشاف في علم الجينوم سوف تستمر في التسارع.

على النقيض من ذلك، استخلاص الحكمة هو عملية تستغرق عادة وقتا طويلا، وصياغة الحكمة في قوانين مقبولة يمكننا من خلالها توجيه خياراتنا يتطلب وقتا أطول. لما يقرب من 4 آلاف سنة(*)، منذ أن وضع حمورابي المجموعة المكتوبة الأولى من القوانين[91]، ونحن نطور الأحكام القانونية من خلال البناء على الأحكام السابقة التي توصلنا إلى الاعتقاد بأنها تجسد الحكمة المستخلصة من الأحكام الماضية ولكن بشكل أفضل. حتى الآن التقارب الكبير في العلم الذي تقوده رقمنة الحياة - مع الثورات المتداخلة بعضها مع بعض والتي لاتزال تتسارع في علم الوراثة، وعلم التخلق، وعلم الجينوم، وعلم البروتينات، وعلم الأحياء المجهرية، وعلم الوراثة العينية (optogenetics)، وعلوم الطب التجديدي، وعلم الأعصاب، وتكنولوجيا النانو، وعلم المواد، وعلم التحكم الآلي، والحوسبة الخارقة، والمعلوماتية الحيوية، وغيرها من المجالات - يطلعنا على قدرات جديدة أسرع من قدرتنا على استبصار المعنى الأعمق والآثار الكاملة للخيارات التي يدعونا إلى اتخاذها.

(*) يرجع المؤرخون تاريخ صدور شريعة حمورابي إلى نحو العام 1780 قبل الميلاد.

على سبيل المثال، يمكن القول إن الاختراع الوشيك لأشكال جديدة تماما من الحياة الاصطناعية القادرة على استنساخ ذاتها يجب أن يشكل فرصة لإجراء مناقشة وحوار كامل ليس فقط حول المخاطر والفوائد والإجراءات الوقائية المناسبة، ولكن أيضا حول استكشاف الآثار الأعمق لعبور هذه العتبة المصيرية. بكلمات تيلار دي شاردان التنبئية في منتصف القرن العشرين، «ربما نصبح ذات يوم قادرين على إنتاج ما لم يعد بإمكان الأرض إنتاجه وحدها: موجة جديدة من الكائنات الحية، حياة جديدة مولودة اصطناعيا»[92].

من الواضح أن العلماء الذين يعملون بجد لتحقيق هذا الاختراق يشعرون بالاتقاد والحماس، كما يبدو أيضا أن الفوائد الواعدة جدا التي يُتوقع تدفقها من إنجازهم المأمول على درجة عالية من الإقناع لدفعنا إلى المضي قدما نحو تحقيق هذا الهدف بالسرعة القصوى. ونتيجة لذلك، يبدو من الجبن بالتأكيد مجرد طرح السؤال التهكمي «ما الذي يمكن أن يفشل؟ (ما الخطأ الذي يمكن أن نرتكبه؟)».

يبدو مُهماً إلى حد ما - أو يبدو على الأقل من المعقول تماما - استكشاف أبعاد هذا السؤال. كريغ فينتر، الذي دخل التاريخ بالفعل من خلال وضع تسلسل للجينوم الخاص به[93]، قام بعمل تاريخي آخر في العام 2010 عن طريق إنشاء أول بكتيريا حية مصنوعة بالكامل من الحمض النووي الاصطناعي[94]. على رغم أن بعض العلماء قللوا من شأن هذا الإنجاز بالإشارة إلى أن فينتر لم يقم إلا بنسخ الطبعة الأصلية لبكتيريا معروفة[95]، واستخدم قوقعة فارغة لبكتيريا أخرى كحاوية لشكل الحياة الجديدة التي جاء بها[96]، فيما اعتبر آخرون هذا الإنجاز أنه نقطة انعطاف مهمة[97].

في شهر يوليو من العام 2012، أعلن فينتر وزملاؤه، مع فريق علمي في جامعة ستانفورد، استكمال نموذج برمجيات يحتوي جميع الجينات (525 جينة - وهو أصغر عدد معروف)، والخلايا، والرنا المِرسْال RNA، والبروتينات، والمُسْتقْلبات (جزيئات صغيرة تتولد في الخلايا) لإحدى المتعضيات (الكائنات الدقيقة) - وهي جرثومة طليقة معروفة باسم المفطورة التناسلية[98]. يعمل فينتر حاليا على تصنيع شكل اصطناعي من أشكال الحياة فريد من نوعه ضمن مشروع يهدف إلى اكتشاف القدر الأدنى من معلومات الحمض النووي اللازمة للاستنساخ الذاتي[99]. وقال

فينتر: «نحن نحاول أن نفهم المبادئ الأساسية لتصميم الحياة، كي نتمكن من إعادة تصميمها - بالطريقة التي يمكن أن ينفذها أي «مصمم بارع»، في المقام الأول، في حال وُجِد هذا المصمم»[100]. ولعله كان ينوي من وراء إشارته إلى «المصمم البارع» التعبير عن نبذ ضمني لقصة الخلق وإبداء موقف عدائي جديد أصبح من الواضح أن العديد من العلماء يشعرون بصوابيته ردا على الهجمات العدوانية التي يشنها العديد من الأصوليين المتشددين على نظرية التطور.

ولكن لا يحتاج المرء إلى أن يؤمن بالألوهية كي يتأمل احتمال أن يكون لدى شبكة الحياة النزاهة الكلية التي تتميز بروابط لم نتوصل بعد إلى فهمها بشكل كامل والتي قد لا نغامر في تعطيلها إن فهمناها. على رغم أن فهمنا للغطرسة نشأ من القصص القديمة حول سقوط الرجال الذين سمحوا لأنفسهم بامتلاك سلطات محفوظة للآلهة، فإن المعنى الأعمق لها - والخطر الذي غالبا ما تحمله بين طياتها - متأصل في الغطرسة والغرور البشري، سواء كان الأمر يتعلق بمخالفة الآلهة أم لا. وكما كتب شكسبير: «العيْبُ، يا عزيزي بروتوس، ليس في نجومنا، وإنما هو فينا»[101]. بالنسبة إلينا جميعا، الغطرسة متأصلة في الطبيعة البشرية. وتشمل في جوهرها التباهي بالثقة العمياء في كمال فهم المرء لعواقب ممارسة السلطة في عالمٍ قد تكون له تعقيدات لاتزال تتعدى حدود فهم أي كائن بشري.

وهذا الموقف من الأصولية ليس فريدا للجماعات الدينية فقط. أدى الاختزال - وهو الاعتقاد بأن أفضل طريقة لمتابعة الفهم العلمي هي عادة عن طريق تفكيك الظواهر إلى الأجزاء الأساسية والثانوية المكونة لها - في بعض الأحيان إلى شكل من أشكال الانتباه الانتقائي الذي يجعل المراقبين يتغاضون عن الظواهر الطارئة التي تنشأ في الأنظمة المعقدة، وفي تفاعلها مع النُظم المعقدة الأخرى.

تعرض أحد علماء البيولوجيا التطورية الأكثر تميزا في العالم، إي. أو. ويلسون E.O. Wilson، إلى هجوم لاذع[102] من قبل العديد من أقرانه لاقتراحه أن نظرية الاختيار الطبيعي عند داروين لا تعمل على مستوى الأفراد الذين ينتمون إلى فصيلة معينة فقط، وإنما تعمل أيضا على مستوى «الكائنات الحية العملاقة» - التي يعني بها أن التعديلات التي تخدم مصالح الأنواع ككل يمكن أن يجري اختيارها حتى لو كانت لا تعزز احتمالات بقاء المخلوقات الفردية التي تجسد تلك التعديلات.

ويلسون، الذي كان مسيحيا لكنه لم يعد كذلك[103]، لا يقترح «التصميم البارع» من النـوع الذي يعتقد به أنصار قصـة الخلق. ولكنه، بدلا من ذلك، يؤكد وجود طبقة أخرى من التعقيد في نظرية التطور تعمل على مستوى «ناشئ (طارئ)».

فرانسيس كولينز، وهو مسيحي متدين كان يرأس مشروع الجينوم البشري لدى الحكومـة الأمريكية (التي أعلنت نتائجها في الوقت نفسـه الذي أعلن كريغ فينتر نتائجه)، رثى مسـألة «القطبية المتزايدة بين وجهـات نظر العالم العلمية والروحية، التـي يقود معظمها، على ما أعتقد، أولئـك المهددين بالبدائل والذين لا يرغبون في النظر في إمكانية وجود نوع من الانسجام هنا... علينا أن نعترف بأن فهمنا للطبيعة هو شيء ينمو عقدا بعد عقد، وقرنا بعد قرن»[104].

فينتر، من جانبه، على ثقة تامة بأن هناك معلومات كافية بالفعل لتبرير القيام بمشروع واسـع النطاق لإعادة اكتشاف الحياة وفقا لتصميم بشري. «الحياة تطورت عـلى نحو فوضوي من خلال تغييرات عشـوائية على مدار أكـثر من ثلاثة مليارات سنة»، على حد تعبيره. «نحن نقوم بتصميمها بحيث تكون هناك وحدات لوظائف مختلفة، مثل استنسـاخ الكروموسومات وانقسام الخلايا، ومن ثم نستطيع أن نقرر نوع الاستقلاب الذي نريده فيها»[105].

الحياة الاصطناعية

كما هي الحال مع العديد من التطورات الجديدة المذهلة في علوم الحياة، فإن تصميم وصناعة أشـكال حياة اصطناعية يقدم وعدا ذا مصداقية بتحقيق اختراقات في مجـال الرعاية الصحية[106]، وإنتاج الطاقة[107]، والمعالجة البيئية[108]، والعديد من المجالات الأخرى[109]. أحد المنتجـات الجديدة التي يأمل فينتر وعلماء آخرون بصناعتها هو فيروسات اصطناعية مصممة للقضاء على البكتيريا المقاومة للمضادات الحيويـة أو إضعافها[110]. هذه الفيروسـات الاصطناعية - أو الفيروسـات الملتهمة للبكتيريا - يمكن برمجتها لمهاجمة البكتيريا المسـتهدفة فقط، وعدم التعرض للخلايا الأخرى. تسـتخدم هذه الفيروسات إستراتيجيات متطورة ليس لقتل البكتيريا فقط، بل أيضا لاستخدام البكتيريا قبل موتها لاستنساخ الفيروس الاصطناعي بحيث يمكنها الاستمرار في القضاء على البكتيريا المستهدفة الأخرى إلى أن يزول تأثير العدوى[111].

استخدام الكائنات الاصطناعية الجديدة لتسريع تطوير اللقاحات يبعث أيضا على الأمل الكبير[112]. يجري تصميم هذه اللقاحات الاصطناعية كجزء من الجهود العالمية المبذولة للاستعداد لمواجهة الأوبئة الجديدة المحتملة مثل إنفلونزا الطيور (H5N1) في العام 2007، وما يسمى إنفلونزا الخنازير (H1N1) في العام 2009[113]. ويشعر العلماء بالقلق بشكل خاص إزاء وباء إنفلونزا الطيور (H5N1) الذي يقترب جدا عبر بعض التبدلات من تطوير القدرة على الانتقال من إنسان إلى آخر عبر نقل العدوى عن طريق الهواء[114].

تتطلب العملية التقليدية التي يتم من خلالها تطوير اللقاحات فترة زمنية طويلة من التطوير، والإنتاج، والاختبار تستغرق شهورا وليس أياما، مما يجعل مسألة الحصول على مخزون كافٍ من اللقاح بعد أن تبدأ طفرة جديدة من الفيروس بالتفشي أمرا شبه مستحيل بالنسبة إلى الأطباء[115]. يستخدم العلماء أدوات البيولوجيا الاصطناعية[116] لتسريع تطوير سلالات الإنفلونزا الموجودة في المختبر ويأملون أن يتمكنوا من التنبؤ بالسلالات الجديدة الأكثر احتمالا في الظهور. ومن ثم، ومن خلال دراسة النماذج الأولية، يأمل العلماء تصنيع لقاحات بشكل استباقي تكون قادرة على وقف أي طفرة من الفيروس تظهر لاحقا في العالم الحقيقي، وتأمين مخزون من هذه اللقاحات تحسبا لظهور الفيروس الجديد. يجري إقامة مصانع حيوية في كل أنحاء العالم تستخدم مرة واحدة فقط، وذلك لخفض التكلفة وتوفير الوقت في تصنيع اللقاحات[117]. لقد أصبح من الممكن الآن إنشاء مصنع حيوي في قرية ريفية نائية، حيث تكون هناك حاجة سريعة إلى الحصول على لقاح لوقف انتشار سلالة مكتشفة حديثا من الفيروسات أو البكتيريا.

لقد توقع بعض الخبراء أيضا[118] أن البيولوجيا الاصطناعية قد تحل محل 15 إلى 20 في المائة من الصناعة الكيميائية العالمية في غضون السنوات القليلة المقبلة، وتنتج العديد من المنتجات الكيميائية بأسعار أرخص بكثير من إمكانية استخلاصها من مصادر طبيعية، وتنتج المستحضرات الدوائية، والبلاستيك الحيوي، وغيرها من المواد الجديدة. يتوقع البعض أن هذا النهج الجديد للصناعة الكيميائية والدوائية سوف يحدث ثورة في عملية الإنتاج من خلال الاستفادة من إستراتيجية «منتشرة على نطاق واسع»[119] - وذلك باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد (3D) التي

وصفناها في الفصل الأول من هذا الكتاب. بما أن معظم القيمة يكمن في المعلومات، التي يمكن بسهولة نقلها إلى مواقع غير محدودة، فإن عملية الإنتاج الفعلية التي يتم من خلالها ترجمة المعلومات إلى إنتاج منتجات بيولوجية اصطناعية يمكن وضعها في أي مكان تقريبا.

هذه وغيرها من الآفاق المثيرة المتوقع أن تصاحب التقدم في البيولوجيا الاصطناعية وعمليات تصنيع أشكال حياة اصطناعية دفعت الكثيرين إلى التغاضي بلهفة عن أي مخاوف إزاء عواقب غير مرغوب فيها. هذه اللهفة ليست حديثة العهد. فقبل تسعين سنة، كتب عالم الكيمياء الحيوية الإنجليزي جي. بي. إس هالدين Haldane JBS مقالة مؤثرة أثار من خلالها سلسلة من التكهنات المستقبلية حول تمكن البشر من التحكم الفعال بمسار التطور المستقبلي. وفي مسعى منه إلى وضع عدم الارتياح الواسع حول الموضوع في سياقه - ورفضه بشكل أساسي - كتب قائلا:

> المخترع الكيميائي أو الفيزيائي هو دائما بروميثيوس(*). ليس هناك اختراع عظيم، من النار إلى الطيران، لم يُستقبَل كنوع من الإهانة إلى آلهة ما. ولكن إذا كان كل اختراع فيزيائي أو كيميائي هو نوعا من الكفر، فإن كل اختراع بيولوجي هو نوع من الفساد الأخلاقي. لا يكاد يكون هناك اختراع واحد عند ملاحظته للمرة الأولى من قِبل أي مراقب من أي دولة لم تسمع بوجوده قط إلا وظهر بالنسبة إلى هذا المراقب كأمر غير لائق وغير طبيعي[120].

على النقيض من ذلك، يرى ليون كاس، الذي ترأس المجلس الأمريكي للأخلاقيات البيولوجية من العام 2001 حتى العام 2005، أن الحدس أو الشعور بأن شيئا ما هو أمر مستهجن إلى حد ما ينبغي ألا يُرفَض تلقائيا باعتباره منافيا للعلم: «ولكن في بعض الحالات المهمة، الاستهجان هو التعبير العاطفي عن الحكمة العميقة، التي تفوق قدرة العقل على النطق بها بشكل كامل... نحن بالفطرة نحس ونشعر[121]، على الفور ومن دون محاكمة عقلية، بانتهاك الأشياء العزيزة على قلوبنا بكل جدارة».

في الفصل الثاني من هذا الكتاب، استُخدمت كلمة «مخيف» (creepy) من قبل عدة مراقبين عند وصف الاتجاهات التي تتكشف في العالم الرقمي، مثل التتبع الواسع الانتشار للكميات الضخمة من المعلومات حول معظم الناس الذين

(*) العملاق الذي سرق النيران من آلهة أوليمبس وأعطاها للبشرية وفقاً للأساطير اليونانية. [المترجم].

يســتخدمون الإنترنت. وكما ذكر آخرون، كلمة «مخيف» هي كلمة غير دقيقة لأنها تصف شــعورا هو بحد ذاته يفتقر إلى الدقة[122] - ليس الخوف، بل شــعور غامض بعدم الارتياح حول شيء ذي طبيعة وآثار غير مألوفة إلى درجة أننا نشــعر بالحاجة إلى أن نكــون في حالــة تأهب لإمكانية ظهور شيء مخيــف أو مؤذٍ. هناك حالة غير محددة نســبيا من «الخوف المســبق» الذي يشــعر به الكثيرون عندما يتأملون في بعض التقدمات المندفعة في العالم في مجال الهندسة الوراثية.

مثال: طُورت طريقة لإنتاج حرير العنكبوت[123] من قبل مهندسي الوراثة الذين أدخلــوا جينات العناكب التي تبني حولها شــبكة دائرية مــن الخيوط في حيوانات المَعْز التي تفرز فيما بعد حرير العنكبوت - إلى جانب الحليب من ضروعها. وحرير العنكبــوت مفيد للغاية لأنه مرن وأكثر متانــة بخمس مرات من الفولاذ من حيث الــوزن[124]. لا يمكن تربية العناكب نفســها بســبب طبيعتهــا العدائية للمجتمع والوحشــية[125]. ولكن إدخال جيناتها التي تصنع الحرير في الماعز لا يسمح بإنتاج كميات أكبر من حرير العنكبوت فقط، بل يسمح أيضا بتربية المعز[*].

على أي حال، ليس هناك شــك في أن انتشــار اســتخدام البيولوجيا الاصطناعية - ولاســيما استخدام أشــكال الحياة الاصطناعية ذاتية الاستنساخ - من المحتمل أن تولد تغيرات جذرية في العالم، بما في ذلك بعض التغييرات المحتملة التي يمكن القول إنه يجب رصدها بحذر. فهناك، على رغم ذلك، عدد لا يُســتهان به من الأمثلة من النباتــات والحيوانــات التي أُدخلت عمدا في بيئة جديدة غــير بيئتها الأصلية، ومن ثم تفشــت بعد ذلك بسرعة لتخرج عن نطاق السيطرة وتعطل النظام البيئي الذي أدخلت إليه.

انتــشرت كرمة كــدزو، وهي نبتة يابانية تم جلبهــا إلى موطني في جنوب الولايات المتحدة كوسيلة لمكافحة تآكل التربة، بصورة عشوائية وأصبحت تشكل تهديدا للأشجار والنباتــات المحلية[126]. وأصبحت تعرف باســم «الكرمة التي أكلت الجنوب». هل كنا سنشــعر بالقلق من «كرمة كدزو الجرثومية» لو أننا حضَّرنا شكلاً اصطناعياً من أشكال

(*) قلد علماء آخرون التصميم الجزيئي لحرير العنكبوت بصناعة حريرهم من مادة متوافرة تجاريا (مطاط صناعي من مادة البوليبيورثين) معالجة بصفائح صلصال لا تزيد سماكتها على نانومتر واحد (واحد من مليار متر) وعرضها 25 نانومتر فقط، ومن ثم يعالَج الخليط بدقة. موّل هذا العمل معهد ســولجر (الجندي) للتكنولوجيا النانوية في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، لأن التطبيقات العسكرية تعتبر في غاية الأهمية.

الحيـاة قادرا على استنسـاخ ذاته في المحيط الحيوي الـذي أدخل فيه لأغراض محددة مفيدة، ومن ثم تفشّى بطرق لم تكن متوقعة، ولم تخطر على البال حتى؟

في كثـير من الأحيان في الماضي، كانت الأسـئلة الملحة المطروحة حول اختراقات قوية جديدة في مجال العلم والتكنولوجيا تركز على السيناريوهات الكارثية المحتملة التـي يتضح أنها كانـت مبنية على الخوف أكثر من اعتمادهـا على العقل - عندما كانت الأسئلة التي كان ينبغي متابعتها تنصب حول التأثيرات الأخرى الأكثر انتشارا. على سبيل المثال، عشية اختبار القنبلة الهيدروجينية الأولى في العالم في العام 1954 على جزيرة بيكيني، أثار بعض العلماء المخاوف من أن الانفجار يمكن أن يطلق من الناحية النظرية سلسـلة من التفاعلات في المحيط واندلاع هرمجدون إيكولوجية لا يمكن تصورها[127].

وقـد بدد هذه الهواجس القلقة علماء الفيزيـاء الذين كانوا على ثقة بأن مثل هذا الحدث من غير المعقول أن يقع[128]. وبالطبع كان الأمر كذلك. ولكن الأسـئلة الأخرى التي ركزت على المخاوف الأعمق والأكثر صلة لم تعالَج بشـكل مناسب على الإطلاق. هل سيسهم هذا الانفجار النووي الحراري بشكل كبير في تحويل تريليونات من الدولارات إلى أسـلحة[129] وزيادة تسريع سباق التسـلح النووي الخطير الذي هدد وجود الحضارة البشرية؟[130].

أغلب الظن أن المخاوف من كرمة كدزو الجرثومية (أو من نظيراتها الميكانيكية المجهرية - وهي الروبوتات الصغيرة ذاتية الاستنسـاخ، أو ما يسمى Gray Goo[*] توصـف في معظم الأحيان الآن بأنهـا مخاوف مبالغٌ فيهـا[131]، على الرغم من أن مجلة «نيويورك تايمز» نقلت عن السـيدة هيلـين والاس، المديرة التنفيذية لمنظمة جين ووتش (مراقبـة الجينات) (GeneWatch)، وهي منظمة رقابية غير حكومية، قولها «الأمر شـبه حتمي بأن يكون هناك مستوى معين من الهروب. والسؤال هو: هل ستتمكن تلك الكائنات الحية من البقاء على قيد الحياة والتكاثر؟ أنا أعتقد أن أحدا لا يعلم ذلك»[132].

ولكن ماذا عن الأسـئلة الأخرى التي قد تبدو أقل إلحاحا، ولكنها قد تكون أكثر أهمية على المدى البعيد: إذا اسـتعنا بالحياة نفسها عن طريق الروبوتات، وصنعنا

(*) السيناريو الافتراضي لنهاية العالم حيث تخرج الروبوتات الصغيرة على السيطرة وتلتهم الأخضر واليابس. [المترجم].

أشكالا من الحياة ملائمة لتصميمنا أكثر من نمط الحياة الذي نتبعه منذ أكثر من 3.5 مليارات سنة، فكيف يحتمل أن تغير هذه القدرة الجديدة من علاقتنا مع الطبيعة؟ وكيــف يحتمل أن تغير الطبيعة؟ فهل نحن مرتاحون للجري إلى الأمام بأقصى سرعة من دون بذل أي جهد مُنظم لتحديد وتجنب النتائج التي قد لا تأتي حسب أهوائنا؟

أحــد المخاوف التي أبداها التكنولوجيــون والمختصون في مكافحة الإرهاب هو احتمال نشــوء جيل جديد من الأســلحة البيولوجية[133]. فعلى رغم كل شيء، بعض التطورات المبكرة في مجال الهندسة الوراثية، على حد علمنا الآن، كانت تستخدم من قبل الاتحاد السوفييتي في برنامج سري للأسلحة البيولوجية[134] قبل 40 عاما. إذا ما استُخدمت الأدوات المثيرة للثورة الرقمية في مجال التسليح للحرب الإلكترونية، فلمَ لا تكون لدينا الرغبة في اتخاذ تدابير احترازية لمنع حدوث التحول نفسه للبيولوجيا الاصطناعية إلى أسلحة بيولوجية؟

كتــب فريق من الخبراء رفيع المســتوى في مجال العلوم والتكنولوجيا الناشــئة والجديــدة (NEST) تابع للمفوضية الأوروبية في العام 2005 أن «إمكانية تصميم فــيروس جديد أو قائمة مســتقلة مــن البكتيريا يمكــن أن يســتخدمها الإرهابيون البيولوجيون لخلق ســلالات أو كائنات حية جديدة مقاومة مســببة للأمراض، وقد يصممونهــا حتى لمهاجمة بعــض الكائنات الفرعية المحددة وراثيــا»[135]. في العام 2012، حاول المجلس الاستشــاري العلمي الوطني الأمريكي للأمن البيولوجي وقف نــشر ورقتي بحث علميتين - الأولى في الطبيعة والثانيــة في العلوم - كانتا تحتويان تفاصيل عن الشــفرة الوراثية لســلالة متحولة من إنفلونزا الطيور عُدلت جينيا في محاولــة لتحديد أنواع التغيرات الجينية التي يمكن أن تجعل الفيروس قابلا للانتقال بسهولة أكبر بين الثدييات.

بالإشــارة إلى المخاوف من أن التصميــم التفصيلي للفيروس الذي لم يكن إلا على بعد بضع طفرات للتحول إلى شــكل يمكن أن ينتشر عن طريق العدوى من إنســان إلى آخر، حاول مســؤولو الإرهاب البيولوجي ثني العلماء عن نشر التسلسل الجيني الكامل الذي كان مرفقا مع أوراقهم البحثية[136]. على الرغم من أنه تم السماح بنشر البحثين بعــد مراجعة أمنية كاملة، تظل حكومة الولايات المتحدة منخرطة بشــكل نشط في رصد الأبحاث الجينية التي قد تؤدي إلى إنتاج أسلحة بيولوجية جديدة[137].

بموجب قانــون الولايات المتحدة، يراقــب مكتب التحقيقات الفــدرالي إف. بي. آي أعضاء فرق البحث العاملة على المشاريع التي تعتبر حساسة عسكريا[138].

الاستنساخ البشري

من بين مســارات التجارب القليلة وتحديدا المحظورة من قبل حكومة الولايات المتحــدة تلك التجارب المتعلقة بالأبحاث المحولة مــن الحكومة الفدرالية في مجال استنســاخ البشر[139]. باعتباري نائب الرئيس آنذاك، بفترة ليســت بعيدة عن ولادة أول نعجة مستنســخة، وهي النعجة دوللي، في العام 1996، حينما أصبح واضحا أن استنســاخ الإنسان ممكن أن يتحقق قريبا جدا، أيدت بقوة هذا الحظر المؤقت إلى حين إجراء استكشــاف كامل وعميق لآثار المضي قدما في ذلك المســار على البشرية، وطالبت بإنشــاء لجنة استشــارية وطنية جديدة للأخلاقيــات البيولوجية لمراجعة الآثار الأخلاقية والمعنوية والقانونية الناجمة عن الاستنساخ البشري[140].

وقبل بضع ســنوات، بحكم موقعي رئيسا للجنة الفرعية في مجلس الشيوخ المعنيــة بالعلم، تمكنــت بنجاح من جعل الحكومة تلتــزم بتخصيص 3 في المائة من التمويل الخاص بمشروع الجينوم البشري لدراســة الآثار الأخلاقية والقانونية والاجتماعية الشاملة (يُشار إليها الآن بمصطلح «مِنح» ELSI)، في محاولة لضمان دراسة متأنية للأســئلة الصعبة التي كانت تظهر بسرعة أكبر من الإجابات عنها. وأصبحت هذه المخصصات الجانبية أكبر برنامج بحوث ممول من قبل الحكومة يؤســس في مجال الأخلاق[141]. جيمس واتســون، الشريك في اكتشــاف اللولب المــزدوج، الذي أُختير آنذاك ليرأس مشروع الجينوم، كان من أشــد المتحمســين الداعمين لبرنامج الأخلاق.

كانت أخلاقيات الاستنســاخ البشري محل نقــاش متواصل منذ الانطلاقة الأولى تقريبــا لعصر الحمض النــووي. وقد وردت في البحث الأصلي الذي نشره واتســون وكريك في العــام 1953 العبارة التالية: «لم يغب عن ذهننا أن التزاوج المحدد الذي افترضناه يوحي على الفور بإمكان إجراء عملية نســخ للمادة الوراثية»[142]. بصفتي رئيســا للجنة الفرعية لتحقيقات العلوم في مجلس النواب الأمريكي، أجريت سلسلة من جلســات الاستماع في مطلع الثمانينيات حول علم الاستنساخ الناشئ، والهندسة

الجينيــة، والفحص الجيني[143]. كان جُلّ اهتمام العلماء في تلك المرحلة مُنصبًا على استنساخ الحيوانات، وبعد خمس عشرة سنة نجحوا في استنساخ النعجة دوللي[144]. ومنذ ذلك الحين، استنسخوا العديد من الماشية وغيرها من الحيوانات[145].

ولكــن منذ انطلاقة تجاربهــم، كان العلماء واثقين بــأن كل التقدم الذي كانوا يحرزونه في استنســاخ الحيوانات كان قابلا للتطبيق بشــكل مباشر على استنســاخ البــشر - وأن المخاوف الأخلاقية هــي وحدها التي كانت تمنعهم من محاولة القيام بمثــل هذه الإجــراءات[146]. منذ العام 1996، جرى اعتبار الاستنســاخ البشري أمرا غــير قانوني في جميع البلدان في أوروبــا تقريبا[147]، وقد وصف المدير العام لمنظمة الصحة العالمية آنذاك هذا الإجراء «بأنه غير مقبول أخلاقيا لأنه ينتهك بعض المبادئ الأساســية التي تحكم الاستنســاخ المُسَاند طبيا. وهي تشــمل احترام كرامة الكائن البشري وحماية أمن المادة الجينية البشرية»[148].

وعــلى الرغم من ذلك، يتوقع معظم الناس أنه مع مرور الوقت، ومع مزيد من التطوير والصقل لهذه التقنية، ســوف يحدث الاستنساخ البشري في نهاية المطاف - على الأقل في الظروف التي تسمح بتحقيق فائدة طبية واضحة من دون التسبب في أي شكل من أشكال الأذى الواضح للشخص الذي جرى استنساخه[149] أو للمجتمع ككل. في العام 2011، أعلن العلماء في مؤسســة مختبر الخلايا الجذعية في نيويورك أنهم استنســخوا أجنــة بشرية عن طريق إعادة برمجة خلية بويضة لإنســان بالغ، ومعالجتهــا جينيــا للعودة إلى مرحلتهــا الجنينية، ومن ثم صنعوا منها ســلالة من الخلايا الجذعية الجنينية المتطابقة التي أعادت استنســاخ نفســها[150]. على الرغم مــن أن الحمض النووي لهــذه الخلايا ليس متطابقا مع الحمــض النووي للمريض الذي تبرع بخلية البويضة، فإنها مطابقة بعضها لبعض، مما يســهل كفاءة البحوث التي أجريت عليها.

فرضــت عدة بلــدان[151]، مــن بينها البرازيل، والمكســيك، وكنــدا، حظرا على استنســاخ الأجنة البشرية لأغراض البحث. الولايات المتحــدة لم تفعل ذلك، ويبدو أن عدة بلدان آسيوية لديها نسبة أقل من التوجّس حول المضي قدما بجرأة في علم استنســاخ الأجنة البشرية - إن لم يكن ذلك استنساخا لبشر حقيقيين. من وقت إلى آخر، تُنشر تقارير تفيد بأن أحد الأطباء المختصين في الخصوبة يعمل في مختبر سري

ما، يقع في دولة لا تحظر الاستنساخ البشري، قام بانتهاك المحرمات الحديثة ضد الاستنساخ البشري[152]. ولكن معظم، إن لم يكن كل، هذه القصص يشتبه في كونها ملفّقة. فليس هناك حتى الآن أي حالة ولادة مؤكدة لإنسان مستنسخ[153].

بشكل عام، يؤمن أنصار الاستمرار في إجراء تجارب الاستنساخ البشري بأن هذا الإجراء لا يختلف في واقع الأمر عن غيره من أشكال التقدم التكنولوجي الأخرى[154]، وأنه أمر لا مفر منه في أي حال من الأحوال[155]، وهي تجارب واعدة إلى حد كبير أكثر من معظم التجارب الأخرى نظرا إلى الفوائد الطبية التي يمكن جَنْيها[156]. وهم يعتقدون أن القرار سواء في المضي قدما في عملية استنساخ محددة أو في عدم القيام بذلك يجب – مثل القرار بشأن الإجهاض - أن يكون في يد الأب أو الأم أو كليهما.

أولئك الذين يعارضون استنساخ البشر يخشون من أن استخدامه يُمكن أن يقوّض كرامة الأفراد ويؤدي إلى خطر «تسليع» الكائنات البشرية[157]. يوفر الاستنساخ من الناحية النظرية إمكانية الإنتاج بالجملة للعديد من النسخ المماثلة جينيا للأصل - وهي عملية ستكون مختلفة عن التكاثر الطبيعي مثلما يختلف التصنيع عن الحرفية.

البعض يستند في تقديم حججه إلى وجهات النظر الدينية الخاصة بحقوق الأفراد والحماية الواجبة تجاههم[158]، علما بأن العديد من الذين يعارضون الاستنساخ البشري لا يستندون في آرائهم إلى الدين، بل إلى التأكيد الإنساني الأكثر عمومية على كرامة الفرد[159]. من حيث الجوهر، هم يخشون من أن التلاعب بالبشرية قد يقوِّض تعريف أولئك الأفراد الذين جرى التلاعب بهم على أنهم بشر كاملون. ولكن يبدو أن هذا القلق يستند إلى افتراض أن الكائنات البشرية يمكن اختزالها إلى تركيبتها الجينية - وهي وجهة نظر لا تنسجم عادة مع أيديولوجية أولئك الذين يضعون حماية كرامة الفرد في أعلى سلم الأولويات لديهم.

كل من التأخير المؤقت في إصدار التفاصيل المتعلقة بكيفية إنشاء طفرات خطيرة في فيروس إنفلونزا الطيور (H5N1) للجماهير والحظر المؤقت على أبحاث الاستنساخ البشري الممولة من الحكومة يقدم أمثلة نادرة عن الإشراف المدروس - ولو كان مثيرا للجدل - للتطورات الإشكالية المحتملة من أجل تقييم آثارها على

الإنســانية ككل. وكلاهما يقدم أمثلة عن القيادة الأمريكية التي أدت على الأقل إلى إجماع عالمي مؤقت. لم يكن هناك في كلا الحالين صناعة قوية تســعى إلى الدفع إلى الأمام بسرعة على الرغم من المخاوف التي أعرب عنها ممثلو الجماهير.

المضادات الحيوية قبل إنفلونزا الخنازير

للأسف، عندما تكون هناك مصلحة تجارية قوية في التأثير في الحكومات لاتخاذ قــرار لا يعير اهتمامــا للمصلحة العامة، غالبا ما تكون جماعــات الضغط التجارية قــادرة على تحقيــق مآربها مع الحكومة - وهو أمر يطرح من جديد الســؤال: من «نحن» الذين نتخذ القرارات حول المسار المستقبلي لثورة علوم الحياة عندما تكون القيم الإنسانية المهمة معرضة للخطر؟ في عصر شركة الأرض، وشركة الحياة، والعقل العالمي، يتضمن سجل صنع القرار أمثلة مقلقة عن المراعاة المتزلفة لمصالح الشركات المتعددة الجنسيات والتجاهل الأرعن للعلم السليم.

خــذ بعين الاعتبار قبول الكونغرس الأمريكي الشــائن لاســتمرار هيمنة صناعة الثروة الحيوانية اللامعقولة على اســتخدام المضــادات الحيوية في الولايات المتحدة. في مثــال توضيحــي آخر[160] عن اختــلال التوازن الخطير في القــوى في صنع القرار السياسي، فإن 80 في المائة وهي نسبة مروِّعة بالفعل من مجموع المضادات الحيوية في الولايات المتحدة[161] لايزال يُسمح باستخدامها قانونيا في المزارع في أعلاف الماشية وفي اللقاحات على الرغم من التهديدات الخطيرة على صحة الإنسان. في العام 2012، بــدأت إدارة الغــذاء والــدواء FDA محاولة للحد من هذا الاســتخدام للمضادات الحيوية بإصدار قانون جديد يتطلب وصفة طبية من الأطباء البيطريين[162].

منذ اكتشــاف البنسلين في العام 1929 من قبل الكسندر فليمينغ[163]، أصبحت المضــادات الحيوية واحدة من أهم التطورات في تاريخ الرعاية الصحية. على الرغم مــن أن فليمينغ قــال إن اكتشــافه كان «عرضيا»[164]، فقد أفاد العالم الأســطوري الأيرلنــدي جــون تيندال (الذي اكتشــف لأول مرة أن ثاني أكســيد الكربون CO2 يحبس الحرارة)[165] في تقرير قدمه إلى الجمعية الملكية في لندن في العام 1875 بأن نوعا من البنسلين قضى على بعض البكتيريا التي كان يعمل عليها، كما كتب إرنست دوتشيسن في العام 1897 حول تدمير البكتيريا عن طريق أنواع أخرى من البنسلين.

وقد أوصى دوتشيسن بإجراء الأبحاث حول اكتشافه لكنه انضم إلى صفوف الجيش وذهب إلى الحرب فورا بعد نشر بحثه. ووافته المنية بعد إصابته بمرض السـل قبل أن يتمكن من استئناف عمله.

في أعقاب البنسلين، الذي لم يستخدم بشكل كبير حتى أوائل أربعينيات القرن العشرين[166]، جرى اكتشاف الكثير من المضادات الحيوية الفعّالة الأخرى في خمسينيات وستينيات القرن العشرين[167]. بيد أن الاكتشافات تباطأت إلى حد كبير في العقود القليلة الماضية[168]. يستهلك الاستخدام غير الملائم وغير المسؤول لهذه الترسانة المحدودة من المضادات الحيوية المنقذة للحياة فعاليتها بسرعة[169]. المُمْرِضات التي تتصدى لها المضادات الحيوية تتحوَّل وتتطور مع مرور الوقت بطرق تُبطل مفعول المضاد الحيوي[170].

وبالتالي، طالب الأطباء والخبراء الطبيون الآخرون منذ أول استخدام تقريبا لهذه الأدوية العجيبة بأن تستخدم بتحفُّظ وعندما تكون هناك ضرورة واضحة لاستخدامها[171]. ومع ذلك، كلما زاد استخدامها، زادت فرص المُمْرِضات بالتطور عبر أجيال متعاقبة إلى أن تعثر بالمصادفة على صفات جديدة تجعل المضادات الحيوية باطلة المفعول[172]. لقد أصبحت بعض المضادات الحيوية غير فعَّالة بالفعل ضد بعض الأمراض[173]. ومع تباطؤ اكتشاف مضادات حيوية جديدة، فإن فعالية المضادات التي نستخدمها في ترسانتنا الحالية تضعف بمعدل يثير قلق وخشية العديد من خبراء الصحة[174]. فعالية ترسانتنا من المضادات الحيوية - مثل التربة السطحية والمياه الجوفية - يمكن أن تنضب بسرعة ولكن يُعاد إنتاجها مجددا بمعدل بطيء إلى درجة موجعة.

إحدى «الجراثيم الضخمة» الجديدة الأكثر خطورة هي جرثومة السل المقاومة للأدوية المتعددة[175]، والتي تعتبر، وفقا للدكتورة مارجريت تشان، المدير العام لمنظمة الصحة العالمية، جرثومة صعبة للغاية وعلاجها باهظ الثمن. في الوقت الحاضر، يلقى 1.34 مليون شخص حتفهم جراء الإصابة بمرض السل كل عام. من بين الحالات الـ 12 مليونا في العام 2010، قدَّرت الدكتورة تشان أن يكون 650 ألفا منها نتيجة الإصابة بسلالات من السل مقاومة للأدوية المتعددة. الأفق المستقبلي «لعالم خال من المضادات الحيوية» يعني حسب كلام الدكتورة تشان أن «الإصابات

الشـــائعة مثل التهاب الحلق أو خدش في ركبـــة طفل ما، يمكن أن تؤدي من جديد إلى الموت». اســـتجابة لهذه المخاوف، شكلت إدارة الغذاء والدواء FDA فرقة عمل جديدة[176] في العام 2012 لدعم تطوير أدوية جديدة مضادة للبكتيريا.

ولكـــن على الرغـــم من هـــذه الحقائق الطبية الأساســـية، تســـمح العديد من الحكومات[177] - بما فيها، بشـــكل يثير الاســـتغراب، حكومة الولايات المتحدة[178] - بالاستخدام الهائل للمضادات الحيوية في صناعة الثروة الحيوانية كنوع من منشطات النمو. الآلية التي يؤدي من خلالها اســـتخدام المضادات الحيوية إلى تحقيق معدل نمو أسرع في الماشـــية لايزال يكتنفها الغموض حتـــى الآن، بيد أن تأثيرها في تحقيق الأرباح واضح جدا وكبير للغاية[179]. المُمْرِضات في أحشـــاء الماشية تتطور بسرعة إلى جراثيم ضخمة محصنة ضـــد تأثير المضادات الحيوية[180]. بما أن المضادات الحيوية تعطى في جرعات شـــبه علاجية[181] ولا تُســـتخدم بشكل أساسي لصحة الماشية على أي حال[182]، فإن شركات الماشية لا يعنيها الأمر على الإطلاق. وبالطبع، فإن جماعات الضغـــط الخاصة بها تُجادل العلم بشـــكل متحيز عند تســـليمها تبرعات الحملات الانتخابية[183] لأصحاب المناصب.

في العـــام الماضي، أكد العلماء أن[184] جرثومة المُكـــورات العُنْقُودية التي كانت ضعيفـــة أمام المضادات الحيوية انتقلـــت من البشر إلى الخنازير التي كانت حصتها اليومية من الغذاء تشـــمل أدوية التتراســـيكلين والميثيســـيلين. ثم أكـــد العلماء أن جرثومة المكوَّرة العنقودية نفســـها، بعد أن أصبحـــت مقاومة للمضادات الحيوية، وجدت وسيلة للانتقال مرة أخرى من الخنازير إلى البشر.

تفشـــت جرثومـــة المكـــورات العنقودية الخاصـــة التي جرت دراســـتها - وهي الجرثومـــة من فصيلة CC398 – بـــين جموع الخنازير، والدجاج، والماشـــية. أثبت التحليل الدقيق للبنية الجينية للجرثومة أنها كانت من ســـلالة الأســـلاف المباشرين لجرثومـــة سريعة التأثر بالمضادات الحيوية كانت قد نشـــأت عند البشر. وهي الآن موجودة، وفقـــا للجمعية الأمريكية لعلم الأحياء المجهريـــة، فيما يقرب من نصف جميع اللحوم التي أخذت منها عينات في الولايات المتحدة. على الرغم من أن هذه الجرثومـــة تموت عند طبخ اللحم بشـــكل كامل، بيد أنهـــا يمكن مع ذلك أن تصيب الناس إذا ما لامست أواني المطبخ، أو سطوح مناضد المطبخ، أو المقالي ولوثتها.

ومرة أخـرى، نهج الحكومـة الأمريكية المتزلف على نحو متكرر بشـأن اتخاذ القرارات التنظيمية عندما تمارس الصناعة القوية نفوذها يقف في تناقض صارخ مع النهج الذي تتبناه عندما لا تكون المصالح التجارية مشمولة بشكل فعَّال. في الحالة الأخـيرة، يبدو أنه أسـهل على الحكومة أن تطبق بحساسـية المبدأ التحوطي. لكن هذا الجدل يوضح الحالة الأولى: أولئك المستفيدون من الاستخدام الهائل والمستهتر للمضادات الحيوية في صناعة الماشية يحاربون منذ عقود للدفاع عن النظام القائم، وبالتـالي نجحوا حتـى الآن في منع فرض حظر[185]، أو حتـى أخيرا، قانون يحد من هذه الممارسة الجنونية[186].

لقـد حظـر الاتحـاد الأوروبي بالفعـل اسـتخدام المضـادات الحيويـة في أعلاف الحيوانات[187]، ولكن في عدد من البلدان الأخرى لاتزال هذه الممارسـة مسـتمرة[188] من دون عوائق. جرثومة المكوَّرات العنقودية التي انتقلت من الناس إلى الماشـية ومن ثم عادت إلى الناس ثانية ليست إلا واحدة فقط من العديد من الجراثيم التي أصبحت الآن مقاومة[189] للمضادات الحيوية بسبب قبولنا الأحمق لإصرار شركات صناعة الثروة الحيوانية على أنه لا ضير أبدا بالنسـبة إليها من تخفيض بعض من تكاليفها لكي تصبح مصانع لإنتاج الجراثيم القاتلة التي لا تتأثر بالمضادات الحيوية. في الديموقراطيات التي تعمل وفق الأصول، فإن هذه المسألة لن تكون موضع جدل على الإطلاق.

كـما أن المشرعين رفضوا مـرارا التصويت عـلى إقرار قانون يمنـع بموجبه بيع الحيوانـات المصابـة بمرض جنون البقـر[190] (اعتلال الدماغ الإسـفنجي البقري أو مـرض جنون البقـر BSE) - وهو مرض تنكُّسي عصبي في الدمـاغ ناجم عن تناول لحوم البقر الملوثة أثناء عملية الذبح بواسـطة الدماغ أو نسـيج الحبل الشوكي من حيوان مصاب بالجرثومة المُمْرِضة (البروتين الشـاذ السـام، أو البريون) التي تسبب المـرض[191]. الحيوانات المصابة التي تعـاني مرحلة متقدمة من المرض[192] يمكن أن تحمـل البريونات في أنسـجة أخرى أيضا. عندما يبدأ الحيوان الذاهب إلى المسـلخ بالتعثر في مشيته، والترنح، والسـقوط على الأرض، فمن المرجح بنسبة خمسين مرة بأنه مصاب بالمرض[193].

كان النزاع في التصويت المتكرر في الكونغرس حول مسألة سحب تلك الحيوانات المحـددة التـي تظهر تلك الأعراض المحـددة من المخزون الغـذائي أم لا[194]. على

الأقل ثلاثة أرباع الحالات المؤكدة بالإصابة بمرض جنون البقر في أمريكا الشمالية كانت تعود إلى حيوانات أظهرت تلك الأعراض قبل أن تذبح[195]. ولكن السلطة السياسية وقوى جماعات الضغط التابعة لقطاع صناعة الثروة الحيوانية كانت ترهب وتستعبد الممثلين المنتخبين في الولايات المتحدة إلى درجة أن المشرعين صوتوا مرارا وتكرارا لتعريض الجماهير للخطر من أجل حماية حصة ضئيلة من أرباح هذه الصناعة[196]. أصدرت إدارة أوباما مرسوما يجسد فحوى القانون الذي رفضه[197] الكونغرس. ولكن بما أنه ليس إلا مجرد مرسوم (تنظيم)، فيمكن نقضه من قبل خلف أوباما[198] في الرئاسة. ومرة أخرى، في ظل نظام ديموقراطي يعمل وفق الأصول، فإن هذه المسألة لن تكون موضع جدل على الإطلاق.

عدم قدرة الكونغرس على تحرير نفسه من تأثير المصالح الخاصة له تداعيات على الطريقة التي يمكن للولايات المتحدة أن تتخذ من خلالها القرارات الصعبة والحساسة التي تنتظرنا في ثورة علوم الحياة. إذا كان لا يمكن الوثوق بالممثلين المنتخبين من الشعب لاتخاذ الخيارات الواضحة لصالح المصلحة العامة - كما هي الحال في التصويت الخاص بمرض جنون البقر أو في القرارات المتعلقة بتبديد المقاومة للمضادات الحيوية من أجل إثراء صناعة الثروة الحيوانية - فأين يمكن لهذه الخيارات أن تتخذ؟ ومن غيرهم يستطيع اتخاذها؟ وحتى إن تم اتخاذ مثل هذه القرارات بحساسية وبشكل جيد في بلد ما، ما الذي سيحول دون اتخاذ القرار الخاطئ في مكان آخر؟ وإذا كان مستقبل الوراثة البشرية متأثرا بذلك إلى الأبد، هل ستكون تلك نتيجة مقبولة؟

علم تحسين النّسل

السجل السابق للقرارات التي اتخذتها الحكومة حول علم الوراثة لا يدعو إلى الاطمئنان أبدا. التاريخ في بعض الأحيان يشبه علم الأساطير اليونانية، فأخطاؤنا الماضية، كما هو الأمر مع الآلهة، غالبا ما تُسجّل الحدود المهمة التي رسمت لنا مع تحذيرات بعدم تجاوزها. تاريخ حركة تحسين النسل قبل 100 سنة يضع مثل هذا التحذير: عدم الفهم العميق لنظرية التطور الداروينية وُظف كأساس لجهود خاطئة قامت بها الحكومة لتصميم تركيبة جينية للسكان وفقا لمعايير عنصرية وغيرها من المعايير غير المقبولة.

في النظر إلى أحداث الماضي، كان ينبغي إدانة حركة تحســين النسل بقوة آنذاك - ويعود ذلك بدرجة كبيرة إلى مكانة بعض أنصارها الذين يثيرون الدهشة. فقد قام عدد من الأمريكيين الوقورين فيما عدا ذلك بدعم الجهود النشطة التي كانت تقوم بها حكومتهم لقولبة المســتقبل الوراثي لســكان الولايات المتحدة من خلال السلب القسري للقدرة عــلى الإنجاب (التعقيم القسري) للأفراد الذين كانوا يخشــون من أنهم سيورثون صفات غير مرغوبة للأجيال القادمة في المستقبل.

في العام 1922، نشر هاري لافلين، مدير «قسم الأرشيف الخاص بتحسين النسل» الذي كان قد أنشــئ أخيرا في ولاية نيويورك، «قانون التعقيم المحسن للنسل النموذجي»[199] (الذي كتب أصلا في العام 1914)، للتصريح بتعقيم الناس الذين يعتبرون:

> (1) بُلَهاء؛ (2) مختلين عقليا، (بما في ذلك الأشخاص الذين يعانون الاعتلال النَّفــسي)؛ (3) ذوي العقلية الإجرامية (بمـا في ذلك الجانحون والمشاكســون)؛ (4) مــرضى الــصرع؛ (5) مدمنــي المشــاريب المســكرة (بما في ذلــك مدمنو المخدرات)؛ (6) المرضى (بما في ذلك مرضى الســل، والزهري، والجذام، وغيرهم مــن ذوي الأمراض المزمنة والمعدية والأمــراض التــي تتطلــب العزل قانونا)؛ (7) مكفوفين (بما في ذلك أولئك الذين يعانون إعاقة بصرية خطيرة)؛ (8) الصُّم (بما في ذلك أولئك الذين يعانون إعاقة ســمعية خطيرة)؛ (9) المشوهين (بما في ذلك المقعدون)؛ و(10) العالة على الغير (بما في ذلك الأيتام، الفقراء، المشردون، الصعاليك والفقراء المعدمون).

بين العامين 1907 و1963، جرى تعقيم أكثر من 64 ألف شخص بموجب قوانين مماثلــة لتصميم قانون لافلين[200]. وكان يرى أن هؤلاء الأفراد يشــكلون عبئا ثقيلا على كاهل الدولة بسبب تكلفة[201] رعايتهم. وكان يرى هو وآخرون أيضا أن التقدم في النظام الصحي، والصحة العامة، والتغذية خلال القرن المنصرم أدى إلى بقاء عدد أكبر من الناس «غير المرغوب فيهم» الذين كانوا يتناســلون بمعدلات لم تكن ممكنة في الماضي[202].

مــا يجعل قائمة الصفــات في «القانون النموذجي» الذي أصــدره لافلين غريبة علاوة على كونها مُهينة هو أنه كان يعتقد بشــكل واضــح أنها كانت صفات قابلة للتوريث[203]. وللمفارقة، لافلين نفســه كان يعاني مــرض الصرع[204]؛ وبالتالي، فهو

مؤهل، بموجب تشريعه النموذجي، للخضوع للتعقيم القسري. كان لنظريات لافلين الخبيثـة أيضا تأثـير في قانون الهجـرة في الولايات المتحـدة. كان عمله على تقييم المهاجريـن الجدد من جنوب وشرق أوروبا مؤثرا في تشـكيل نظام توزيع الحصص التقييدي جدا[205] للعام 1924.

كما أشـار جوناثـان مورينو في كتابه «الدولة كوحدة سياسـية منظّمة»، كانت حركة تحسـين النسـل متأثرة بالالتباس الكبـير إزاء المعنى الحقيقـي للتطور[206]. إن عبارة «البقاء للأصلح» لم تنشـأ مع تشـارلز داروين، ولكن مع ابن عمه السـير فرانسيس غالتون، ومن ثم جرى تعميمها على يد هربرت سبنسر[207] - الذي كانت نظريته المنافسـة للتطور تقوم على الأفكار المجنونة لجان باتيست لامارك[208]. كان لامارك يرى أن الخصائص التي يكتسـبها الأفراد بعد ولادتهم كانت تنتقل وراثيا إلى ذريتهم[209] في الجيل القادم.

كان هناك تشـويه مماثـل لنظرية التطـور روّج له في الاتحاد السـوفييتي تروفيم ليسـينكو[210] - الذي كان مسـؤولا عن منع تدريس علم الوراثة العام خلال العقود الثلاثة[211] لتوليه زمام أمور العلم السـوفييتي. كان علماء الوراثة الذيـن يعارضون ليسـينكو يعتقلون سرا[212]؛ وقد عثر عـلى بعضهم مقتولا في ظروف غامضة[213]. كانت أيديولوجية ليسـينكو المشـوّهة تتطلب أن تتماشى النظرية البيولوجية مع الاحتياجات الزراعية السـوفييتية[214] - وذلك يشبه إلى حد كبير أيديولوجية بعض السياسـيين الأمريكيين الذيـن يصرون اليوم على أن علم المناخ يجب أن يتغير ليتماشى مع رغبتهم في تعزيز حرق النفط والفحم من دون قيد أو شرط.

كان داروين في واقع الأمر يُعلِّم أنه ليس بالضرورة أن «الأصلح» هو من يبقى، وإنما أولئك الذين اسـتطاعوا التكيُّف مع بيئتهم بشـكل أفضل[215]. ومع ذلك، فإن النسـخ المحرَّفة والخاطئة من نظرية داروين، التي انعكسـت في صياغة ابن عمه، أسـهمت في ظهـور فكرة الداروينيـة الاجتماعية - التـي أدت بدورها إلى حوارات سياسية خاطئة لاتزال في بعض النواحي مستمرة حتى يومنا هذا.

تم اسـتدراج بعض التقدميين الأوائل بواسطة هذه النسخة المحرَّفة من نظرية داروين إلى الاعتقاد بأن على الدولة واجبا أكيدا لتفعل ما في وسعها للحد من انتشار

الصفات اللاماركية غير المحبذة التي كانوا يعتقدون خطأ أنها أصبحت أكثر شـيوعا لأن التدخلات الحكومية السابقة جعلت الحياة أسهل لهؤلاء «غير المرغوب فيهم»، ومكّنتهم من التناسل[216].

دفعت ذات الافتراضات الخاطئة أولئك المنضوين تحت لواء اليمين السياسي إلى إصدار حكم مختلف: ينبغي على الحكومة أن تنسحب من كل التدخلات السياسية التـي أدت، تحـت ذريعة الشـعور بالتعاطف الخاطئ، إلى انتشـار «غير المرغوب فيهم» في المقام الأول[217]. كان هناك عدد لا بأس به من الدعاة الرجعيين لتحسـين النسـل[218]. وقـد بقي بعضهم عـلى الأقل حتى القرن الحـادي والعشرين - وهم مجموعة، بايونير فند (صندوق الرواد)، التي يصفها المركز الجنوبي لقانون الفقر[219] بأنها مجموعة داعية إلى الكراهية. وعلى سبيل المصادفة، فإن الرئيس المؤسس لهذه المجموعة ليس سوى هاري لافلين[220].

وفـق المؤرخـين فقد نال علم تحسـين النسـل التأييد[221] جـرَّاء الاضطرابات الاجتماعية والاقتصادية التي سـادت العقود الأولى مـن القرن العشرين - التصنيع السريـع والتحضر، وتعطيل الأنماط الاجتماعية المألوفة منذ عهود طويلة، وموجات الهجرة، والضغوط الاقتصادية الناجمة عن انخفاض الأجور وارتفاع معدلات البطالة الاسـتطرادية. اجتمعت هذه العوامل مع موجة من الحماس الجديد تجاه الإصلاح التدريجي لتخرج بصورة مشـوهة هوجاء عن الأسـلوب المناسـب لطريقة تدخُل الحكومة في الوراثة[222].

عـلى الرغم من أن هذه المرحلة من تاريخ العالم تعتبر الآن غير أخلاقية إلى حد فظيع - جزئيا لأنه بعد ثلاثين عاما من انطلاقتها، أسـقطت جرائم الإبادة الجماعية التـي ارتكبها أدولف هتلر كل النظريات القائمة على التمييز العنصري والعديد من النظريات القائمة على علم الوراثة التي كانت مشابهة ولو بشكل مبهم للنازية[223]. وعلى الرغم من ذلك، بعض الدروس المواربة للصورة الزائفة لعلم تحسـين النسـل لم تُدمج بعد في الجدل الناشـئ حول المقترحات الحالية التي سـماها البعض «علم تحسين النسل الجديد»[224].

أحد أكبر التحديات التي تواجه الديموقراطيات في هذا العصر الجديد هو كيفية التأكد من أن القرارات السياسية بشأن العلوم المتطورة تقوم على فهم واضح ودقيق

للعلوم المعنية. في حالة علم تحسين النسل، يعود سوء الفهم الأساسي إلى لامارك في ما يتعلق بما هو قابل للتوريث وبما لا يعود إلى سياسة محرجة وغير أخلاقية في جذورها كان من الممكن تجنبها لو كان صنّاع السياسة وعامة الشعب يناقشون السياسة على أساس علمي دقيق.

تجدر الإشارة إلى أنه بعد قرن تقريبا من مأساة علم تحسين النسل، لايزال ما يقرب من نصف جميع الأميركيين يقولون إنهم لا يؤمنون بنظرية التطور[225]. القرارات التي يجب أن تتخذ ضمن النظام السياسي للولايات المتحدة في المستقبل القريب - وفي بلدان أخرى - هي في غاية الصعوبة وإن كانت تستند إلى قراءة دقيقة للعلم. عندما تجتمع هذه الصعوبة المتأصلة مع الافتراضات الخاطئة بشأن العلم الذي يؤدي إلى ظهور الحاجة إلى اتخاذ هذه القرارات، فإن قابلية التعرض للقرارات الخاطئة ترتفع تبعا لذلك.

كما سيكون واضحا في الفصل التالي، فإن القرارات التي تواجهها الحضارة فيما يتعلق بظاهرة الاحترار العالمي صعبة بما فيه الكفاية عندما تكون مستندة إلى قراءة دقيقة للعلم. ولكن عندما يضع صنّاع السياسة الحجج على أساس بيانات مغلوطة فادحة للعلم، ترتفع درجة الصعوبة إلى حد كبير. عندما تُوضع بيانات مغلوطة فادحة للعلم إراديا وعلى نحو متعمد وتعززها الشركات الكبيرة الملوثة بالكربون التي ترغب في شل النقاش حول كيفية الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2، فهي، في رأيي، ترتكب جريمة تكاد لا تغتفر ضد الديموقراطية وضد سلامة الجنس البشري في المستقبل.

في رأي القاضي أوليفر وندل هولمز جونيور في العام 1927، فإن المحكمة العليا في الولايات المتحدة أقرّت أكثر من عشرين قانونا حكوميا بشأن علم تحسين النسل[226]. كانت قضية، بك ضد بيل، تتعلق بعملية تعقيم قسري أُجريت على امرأة شابة من ولاية فرجينيا كان يُزعم أنها «بلهاء» ومنحلّة جنسيا. بموجب القرائن المقدمة إلى المحكمة، فإن المرأة الشابة، التي تدعى كاري بك، كان لديها بالفعل ابن[227] في سن السابعة عشرة. في تأكيد حق الحكومة في إجراء عملية التعقيم، كتب هولمز أن «المجتمع يمكن أن يمنع أولئك الذين يتضح أنهم غير لائقين لاستمرار بقاء جنسهم... والفترة الكافية لتحقيق ذلك تتطلب التعقيم القسري لثلاثة أجيال من البلهاء»[228].

بعد نصف قرن من قرار المحكمة العليا، الذي لم ينقض[229]، تولّى متابعة قضيتها مدير المستشــفى الذي جرى فيه تعقيم السـيدة بك قسريا[230] عندما أصبحت في الثمانينيــات من عمرها. ووجد أنها كانت بعيــدة كل البعد عن أن تكون «بلهاء»، وأن السيدة بك كانت سليمة العقل وتتحلى بذكاء طبيعي[231]. وبعد إجراء تمحيص دقيق في الحقائق اتضح أنها كانت مغايرة لما عُرض في المحكمة، فقد كانت كاري بك الشابة ابنة بالتبني تعرضت للاغتصاب على يد ابن أخ أحد أبويها بالتبني[232]، الذي قــام بعد ذلك بوضعها في مأوى ولايــة فرجينيا للمصابين بالصرع والأمراض العقلية لتجنب ما كانوا يخشون أن يعتبر فضيحة في حقهم[233].

وكما شــاءت الأقــدار، فإن والــدة كاري، إيمّى بك - وهي مــن الجيل الأول مــن الأجيال الثلاثة التي أشــار إليها القاضي هولمــز - كانت قد وضعت أيضا في الملجأ نفســه في ظل ظروف ليســت واضحة تماما، علما بأن شــهادات المحكمة أشــارت إلى أنها كان مصابــة بمرض الزهري وكانت غــير متزوجة عندما أنجبت طفلتهــا كاري[234]. على أي حال، فإن المشرف على مــأوى ولاية فرجينيا، ألبرت بريــدي، كان متشــوقا لإيجاد قضية قد تصبح ســابقة قانونيــة يمكن رفعها إلى المحكمة العليا، وتأمين الغطاء القانوني للتعقيم القسري الذي كان يمارس بالفعل في مؤسســته والمؤسســات الأخرى. فقد صرَّح بأن بك كانت «مختلة عقليا منذ الولادة وغير قابلة للشــفاء»[235]؛ وقد كلّــف الوصي القانوني لبك محاميا للدفاع عنها في القضية على صلة متينة جدا مع بريدي، وكان صديقا مقرَّبا منذ الطفولة إلى محامي المأوى (ومديره الســابق)، وهو من أنصار تحســين النسل والتعقيم واسمه أوبري سترود.

المــؤرخ بول لومباردو مــن جامعة ولاية جورجيا، الذي ألــف كتابا فيه أبحاث مســتفيضة عن هــذه القضية، كتب أن الإجــراء بأكمله كان «مســتندا إلى الخداع والخيانــة.... التهمة كانــت ثابتة»[236]. فلم يطلب المحامــي المعيَّن للدفاع عن بك أي شــهود أو أدلة، وأقرَّ بوصف موكلته بأنها «بلهاء من الدرجة الوســطى». هاري لافلــين، الذي لم يلتق قط بكاري بك، أو بوالدتها، أو بابنتها، شــهد أمام المحكمة في بيان مكتوب أن النســاء الثلاث هنَّ جزء «من الطبقة الكســولة، والجاهلة، وعديمة القيمة[237] من البيض غير الاجتماعيين في الجنوب».

أما بالنسبة إلى ابنة كاري، فيفيان، وهي الجيل الثالث من أفراد عائلة بك، فقد خضعت للفحص عندما كانت لا تتجاوز بضعة أسـابيع من عمرها على يد ممرضة أدلت بشـهادتها قائلة: «هناك نظـرة فيها لا تبدو طبيعية تمامـا»[238]. جرى أخذ الطفلة من عائلتها وتسـليمها إلى أسرة الشـخص الذي اغتصب والدتها كاري[239]. بعد أن جاءت في مرتبة الشرف في المدرسـة، توفيت فيفيان من جراء إصابتها بمرض الحَصْبة في الصف الثاني الابتدائي. بالمصادفة، خضعت شـقيقة كاري، دوريس، أيضا لعملية تعقيم في المؤسسـة نفسـها[240] (التي أُجريت فيها أكثر من 4 آلاف عملية تعقيـم)، علما بأن الأطباء كذبوا عليها بشـأن العملية وقالـوا لها إنها كانت عملية لاستئصال التهاب الزائدة الدودية. ومثل كاري، لم تعلم دوريس إلا بعد فترة متقدمة من حياتها لماذا لم تكن قادرة على إنجاب الأطفال.

اسـتُخدم «التشريـع النموذجي» الذي وضعه لافلين، الذي كان أسـاس النظام الداخـلي لولاية فرجينيا، والذي تؤيـده[241] المحكمة العليا، فيما بعد في فترة الرايخ الثالث في ألمانيا النازية كأساس لتعقيم أكثر من 350 ألف شخص - تماما كما استخدم غوبلز نص التسـويق القائم عـلى علم النفس الذي كتبـه إدوارد بارنيز في تصميم برنامـج الدعايـة الذي اكتنف عملية إطلاق وتنفيذ الإبـادة الجماعية التي قام بها هتلـر. وقد منح النازيون لافلين درجـة فخرية في العام 1936 من جامعة هايدلبرغ لعمله في «علم التطهير العرقي».

ومن المخجل أن من بين الذين أيدوا علميات تحسين النسل كان الرئيس وودرو ويلسـون[242]، والكسـندر غراهام بيل[243]، ومارغريت سـانغر[244]، التي أسست الحركـة من أجل تحديد النسـل - وهي فكرة كانت آنـذاك مثيرة للجدل أكثر من موضوع تحسـين النسل - وأيدها أيضا تيودور روزفلت بعد مغادرته البيت الأبيض. في العام 1913، جاء في رسالة كتبها روزفلت ما يلي:

> مـن الغريب فعلا أن شـعبنا يرفـض أن يطبق على البـشر تلك المعارف الابتدائية مثلما ينبغي على كل مزارع ناجح أن يطبق على تربية المواشي لديه. أي مجموعة من المزارعين الذين لم يسـمحوا بتناسـل أفضـل المواشي لديهم، وسـمحوا بأن تأتي الزيادة من الماشـية السيئة، سـوف يجري التعامل معهم على أنهم يصلحون لدخول مصحة الأمراض العقلية. ومع ذلك فإننا فشـلنا في

فهم أن مثل هذا السـلوك هو سـلوك عقلاني إذا ما قورن بسلوك دولة تسمح بالتناسل اللامحدود لأسـوأ أنواع الماشية، جسديا وأخلاقيا، في حين أنها تشجع أو تتغاضى عن الأنانية الجامدة أو العاطفة المشوهة التي ينجم عنها أن يبقى الرجال والنساء الذين ينبغي عليهم الزواج، وتأسيس أسر كبيرة إذا ما تزوجوا، عزابا أو من دون أطفال أو حتى طفل واحد أو اثنين فقط[245].

من جهتها لم توافق سـانغر على أسـاليب دعاة تحسين النسـل، ولكنها رغم ذلك كتبت أنهم كانوا يعملون نحو هدف تؤيده: «المسـاعدة في السـباق نحو القضاء على الذريـة غـير الصالحة»[246]. كان أحد أهداف سـانغر الخاصة في تعزيز وسـائل منع الحمل، وفق ما جاء في كتاباتها في العام 1919، «مزيد من الأطفال من الذرية الصالحة، وعدد أقل من الذرية غير الصالحة[247] - هذا هو صلب موضوع تحديد النسل».

الولايات المتحدة ليست الدولة الديموقراطية الوحيدة التي لديها تاريخ مأساوي مـن التعقيم القسري. بين العامين 1935 و1976، فرضت السـويد التعقيم القسري على أكثر من 60 ألف شـخص، من بينهم أشخاص من أعراق مختلطة، وأمهات غير متزوجات ولديهن أطفال كثر[248]، ومنحرفون، وغجر، وغيرهم من «المتشردين». وما يدعو إلى الغرابة هو أن السويد تُعد حتى اليوم واحدة من سبع عشرة دولة أوروبية تطلب التعقيم قبل أن يتمكن الأشـخاص المخنثون من تغيير جنسهم رسميا[249] في وثائق الهوية الحكومية. يناقش برلمانيون في السويد مسألة تغيير القانون[250] الذي يعود إلى العام 1972[251]. لا يوجد أي سـبب علمي أو طبي يحول دون نقض هذا القانون حتى الآن. إن خشية وسوء فهم بعض الأحزاب السياسية المحافظة الصغيرة جعلا مسألة نقض هذا القانون مستحيلا حتى الآن[252](*).

في أوزبكستان، من الظاهر أن التعقيم القسري بدأ في العام 2004[253]، وأصبح جزءا من سياسة الدولة الرسمية في العام 2009[254]. يعطى أطباء الأمراض النسائية حصة أسـبوعية من عدد النساء المطلوب تعقيمهن. ويقول أحد الجراحين العاملين في الأرياف «نذهب من منزل الى منزل لإقناع النسـاء بإجراء العملية»، «من السهل إقناع امرأة فقيرة بذلك. ومن السهل خداعهن أيضا».

(*) في 19 ديسمبر 2013، قضت محكمة الاستئناف الإدارية في ستوكهولم بأن ممارسة التعقيم القسري غير دستورية وتتعارض مع الاتفاقية الأوروبية لحقوق الإنسان. [المحررة].

في الصين، عادت مسألة الإجهاض القسري لتطفو على السطح من جديد وفق مزاعم الناشط الهارب تشن غوانغ تشنغ[255]، ولكن رئيس الوزراء المنتهية ولايته ون جيا باو طالب علنا بفرض حظر ليس فقط على الإجهاض القسري فحسب، وإنما أيضا على «تحديد جنس الجنين». وعلى الرغم من ذلك، فإن العديد من النساء اللواتي خضعن لعمليات إجهاض في الصين جرى تعقيمهن قسريا ضد إرادتهن. في الهند، على الرغم من أن التعقيم القسري غير قانوني، يُكافأ الأطباء والمسؤولون الحكوميون بعلاوة مادية عن كل شخص يجري تعقيمه[256]. من الظاهر أن هذه الحوافز المادية تؤدي إلى انتهاكات واسعة النطاق، لا سيما في المناطق الريفية حيث يجري تعقيم العديد من النساء تحت ذرائع واهية.

الطابع العالمي للثورة في مجال التكنولوجيا الحيوية وعلوم الحياة - مثل الوقائع التجارية العالمية التي ظهرت مع ظهور شركة الأرض - يعني أن أي أحكام معنوية، وأخلاقية، وقانونية لدولة ما قد لا يكون لها تأثير كبير في القرارات العملية للدول الأخرى. فقد جرى مبدئيا رصد بعض القواعد العامة بشأن ما هو مقبول، وما هو جدير بتوخي الحذر الزائد، وما الذي ينبغي حظره، ولكن لا توجد وسيلة متوافرة حاليا للتوصل إلى الأحكام الأخلاقية العالمية بشأن هذه القدرات الجديدة التي تظهر للعيان.

الصين وعلوم الحياة

كما ذكرنا سابقا، يبدو أن الصين عازمة على أن تصبح القوة العظمى في العالم في تطبيق التحليل الجيني وعلوم الحياة. أنهى معهد الجينوم في بكين (BGI)، الذي يقود التزام الصين بالتحليل الجيني، بالفعل الجينوم الكامل لخمسين نوعا من الحيوانات والنباتات[257]، بما في ذلك دودة القَزّ، والباندا، ونحل العسل، والأرز، وفول الصويا، وغيرها - إلى جانب أكثر من 1000 نوع من البكتيريا. ولكن يبدو أن تركيز الصين الرئيس ينصب على[258] ما يمكن القول إنه الجزء الأكثر أهمية، وبالتأكيد الأكثر إثارة للاهتمام، من جسم الإنسان الذي يمكن تعديله بواسطة الاختراقات الجديدة في علوم الحياة والمجالات ذات الصلة: الدماغ البشري وتعزيز الذكاء البشري واستخدامه بإنتاجية أكبر.

ولتحقيـق هذه الغاية، أسـس معهد الجينوم في بكـين (BGI) في العام 2011 بنك الصين الوطني للجينات في شنجن[259]، حيث السعي إلى تحديد الجينات التي تسـهم في تحديد الذكاء[260]. وهو يجري تحليلا جينيا كاملا لألفي طفل من تلاميذ المـدارس الصينية (1000 من الطلبة العباقرة مـن أفضل المدارس في البلاد، والألف الآخر من الأطفال المتوسطي الذكاء) ومطابقة النتائج مع إنجازاتهم في المدرسة.

في الولايات المتحدة، ستكون مثل هذه الدراسة مثيرة للجدل إلى حد كبير، وذلك جزئيا بسـبب الاشمئزاز الذي خلفته فضيحة تحسـين النسل، وجزئيا بسبب الحذر (الاجتناب) العام من ربط الذكاء بتراث الأسرة في أي مجتمع يقدِّر مبادئ المسـاواة بين البشر. بالإضافة إلى ذلك، يقول العديد من علماء الأحياء، ومن بينهم فرانسيس كولينز، الذي جاء خلفا لجيمس واتسـون كرئيس لمشروع الجينوم البشري، إنه من المسـتحيل علميا في الوقت الراهن في أي حال من الأحوال ربط المعلومات الوراثية عن الطفل بالذكاء[261]. ولكـن بعض الباحثين لا يوافقون على ذلك ويعتقدون أنه سيكون ممكنا في نهاية المطاف تحديد الجينات المرتبطة بالذكاء[262].

في هـذه الأثناء، فإن السرعة التي يحرز فيها تقدم في رسـم الروابط العصبونية للدماغ البشري مسـتمرة في المضي قدما بشـكل أسرع بكثير من التقدم الذي يُقاس بقانون مور[263] في تصنيع الدارات المتكاملة. وبالفعل، فقد جرى اسـتكمال خارطة الاتصـالات العصبيـة connectome الموجودة في دماغ فصيلـة الديدان الخيطية، الذي لا يحتوي سـوى عـلى 302 من الخلايا العصبية[264]. بيـد أن وجود ما يقدر بنحو 100 مليار خلية عصبية[265] في دماغ الإنسان البالغ و100 تريليون على الأقل من الروابط العصبية المتشـابكة[266]، يجعل التحدي المتمثل في رسم خرائط كاملة للاتصالات العصبية connectome في دماغ الإنسـان مهمة عسـيرة. وحتى عندها، ستكون عملية فهم عمل الدماغ البشري بالكاد قد بدأت.

في هذا الصدد، يجدر بنا أن نتذكر أنه بعد الانتهاء من التسلسـل الأول الكامل للجينوم البشري، أدرك العلماء على الفور أن خريطة الجينات لم تكن سـوى مقدمة بالنسـبة إليهـم لمهمة أكبر حتى من وضع خريطة لـكل البروتينات التي تعبِّر عنها الجينات[267] - التي تتبنى بنفسها أشكالا هندسية متعددة[268] وتخضع لتعديلات بيوكيميائية بعد ترجمتها عن طريق الجينات[269].

وبالطريقة نفسـها، وبمجرد الانتهاء من خارطة الاتصـالات العصبية في الدماغ connectome، سـوف ينتقل علـماء الدماغ إلى دور البروتينـات في الدماغ. وعلى حد تعبـير ديفيد إيكلمان، عالم الأعصاب في كلية بايلور للطب في هيوسـتن، «علم الأعصـاب مهووس بالخلايا العصبية لأن التكنولوجيا الأفضل المتوافرة لدينا تتيح لنا إمكانية قياسها. ولكن كل خلية عصبية واحدة تشكل في الواقع تركيبة معقدة تشبه المدينـة، بوجود الملايين من البروتينات داخلها، التي تتحرك وتتفاعل بشـلالات من الأنظمة البيوكيميائية المعقدة بشكل استثنائي»[270].

ولكـن حتى في هذه المرحلة المبكرة من ثورة العلـوم العصبية الجديدة، عرف العلماء كيفية تفعيل أنظمة محددة في الدماغ بشكل انتقائي. بالاستفادة من التقدم الحاصل في المجال الجديد لعلم الوراثة البصرية optogenetics[271]، يحدد العلماء أولا البروتينات الحساسة في الشبكية العينية opsins - البروتينات الحساسة للضوء مـن الطحالب الخضراء (أو البكتيريـا) - ويضعوا جيناتها المتماثلـة داخل الخلايا، التـي تصبح عندئذ مفاتيح بصريـة[272] للخلايا العصبية. وأيضـا بإدخال الجينات المتماثلـة مع البروتينات الأخرى التي تتوهج في الضـوء الأخضر، تمكن العلماء بعد ذلـك من إضاءة وإطفاء الخلية العصبية باسـتخدام الضوء الأزرق، ومن ثم مراقبة آثار ذلك في الخلايا العصبية الأخرى باسـتخدام ضوء أخضر[273]. تطوّر علم الوراثة البصريـة optogenetics بسرعة إلى درجة أنه أصبح في مقدور الباحثين اسـتخدام هـذه المفاتيح الضوئية للتلاعب بسـلوك ومشـاعر الفئران عن طريـق التحكم في تدفق الأيونات (الجسيمات المشحونة) إلى الخلايا العصبية، وتشغيل ذلك أو إيقافه بشكل فعّال وفق إرادتهم. أحد التطبيقات الواعدة قد يكون السيطرة على الأعراض المصاحبة لمرض باركنسون[274].

أدخل علماء آخرون جينات متعددة من قناديل البحر والشعاب المرجانية التي تنتج ألوانا مشـعة مختلفة - الأحمر والأزرق والأصفر، والألوان المتدرجة بينها - إلى داخل العديد من الخلايا العصبية في عملية تسـمح عندئذ بتحديد الفئات المختلفة للخلايا العصبية من خلال إضاءة كل فئة بلون مختلف[275]. يَسْمح هذا الأمر الذي يسـمى بـ «قَوْس قُزَح الدماغ» «brainbow» بعـرض خريطة بصرية مفصلة جدا لنقـاط اتصال الخلايا العصبية[276]. ومرة أخرى، أسـهم العقل العالمي في تسـهيل

ظهور تأثير قوي للشـبكة في أبحاث الدمـاغ. عندما تُفك رموز عنصر جديد في دارة الدماغ المعقدة، تتوزع المعرفة على نطاق واسع إلى الفرق البحثية الأخرى ما يؤدي بالتـالي إلى تسريـع عملهم الذي ينطوي على فك رموز الأجـزاء الأخرى من خارطة الاتصالات العصبية في الدماغ connectome[277].

مراقبة الدماغ وهو يفكر

وتزامنا مع ذلك، أدى منهج جديد ومختلف تماما لدراسة الدماغ - وهو التصوير بالرنـين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) إلى اكتشـافات جديـدة ومثيرة. تتتبع هذه التقنيـة، التي تعتمد على فحوصـات الرنين المغناطيسي المعروفة لأجزاء الجسـم، تدفـق الدم في الدمـاغ إلى الخلايا العصبية[278] عندما تُطـرد. عندما تكون الخلايا العصبية نشـطة، فإنها تستوعب الدم الذي يحتوي على الأكسجين والغلوكوز اللازم لتوليد الطاقة[279]. بما أن هناك فرقا طفيفا في المغنطة بين الدم المُؤَكْسَـج (المشـبع بالأكسـجين) والدم المنضب الأكسـجين[280]، فإن جهاز المسح الضوئي يمكنه تحديد المناطق في الدماغ التي تكون نشطة في أوقات معينة[281].

من خـلال ربط الصور التي يظهرها جهاز المسـح مع الأوصـاف التي يقدمها الشـخص الذي خضع للتصوير الدماغي عن أفكاره وأحاسيسـه، تمكن العلماء من تحقيق اكتشافات خارقة حول مكان وجود بعض الوظائف المحددة في الدماغ[282]. حقَّق هذا الأسـلوب تقدما ملموسـا الآن إلى درجة أن الفرق الخبيرة يمكنها بالفعل تحديـد أفكار معينة من خلال رؤية «طبعات الدماغ» المرتبطة بتلك الأفكار. كلمة «مطرقة»، على سـبيل المثال، لها طبعة دماغية مميزة متشـابهة عند جميع الناس تقريبا، بغض النظر عن الجنسية أو الثقافة.

أحد الأمثلة الأكثر إثارة للدهشـة حول هـذه الإمكانات الجديدة جاء في تقرير نشره في العام 2010 عالم الأعصاب د. أدريان أوين، عندما كان في جامعة كامبريدج في إنجلترا[283]. أجرى أوين تصويرا بالرنين المغناطيسي الوظيفي لامرأة شـابة كانت في حالـة غيبوبـة مع عدم وجود أي علامات مميزة للوعي، وطرح عليها أسـئلة في أثناء خضوعها للمسـح الضوئي. وقد بدأ بالطلب منها أن تتخيَّل أنها تلعب التنس، ومن ثم طلب منها أن تتصوَّر أنها تمشي وتتجول في أرجاء بيتها. وقد اكتشف العلماء

أن النــاس الذين يفكرون في لعب التنس يظهرون نشــاطا في جزء معين من القشرة الحركية للدماغ، وهي البَاحَة الحركية الإضافية. وبالمثل، عندما يفكر الناس في المشي والتجول في أرجاء منازلهم، يكون هناك نمط مميز للنشاط في مركز الدماغ في منطقة تدعى التَّلْفيف المجاور للحُصَين parahippocampal gyrus.

بعد مراقبة المرأة واســتجابتها لكل هذه الأسئلة من خلال إظهار نشاط الدِّماغ المتوقع أن يصدر بالضبط عن شــخص واعٍ، طرح الطبيب بعد ذلك هذين السؤالين كوســيلة لتمكين المرأة الشــابة من «الإجابة» إما بـ «نعم» من خلال التفكير حول لعــب التنس، أو بـ «لا» من خلال تخيُّــل القيام بنزهة داخل منزلها. ومن ثم طرح عليها بأناة مجموعة من الأســئلة عن حياتها، لم يكن أحد من ضمن الفريق الطبي المشــارك في التجربة يعرف الإجابة عنها. فأجابت بشكل صحيح عن جميع الأسئلة تقريبا، ما حدا الدكتور أوين على الاستنتاج أنها كانت في الواقع واعية. بعد مواصلة تجاربه مع العديد من المرضى الآخرين، وضع أوين افتراضا بأن ما يقارب من 20 في المائــة من المرضى الذين يعتقد أنهم في حالات غيبوبة قد يكونون فعلا واعين ولكن مــن دون أي وســيلة للتواصل مع الآخرين. يســتخدم أويــن وفريقه الآن تخطيط كَهْرَبِيَّة الدِّماغ (EEG) لمواصلة هذا العمل.

يستخدم العلماء في كلية دارتموث أيضا سماعة الرأس الخاصة بتخطيط كَهْرَبِيَّة الدِّمــاغ EEG لتفســير الأفكار وربطهــا مع جهاز الهاتف النقــال آي فون، ما يتيح للمستخدم اختيار الصور التي تعرض بعد ذلك على شاشة جهاز الآي فون[284]. وبما أن أجهزة الاستشــعار الخاصة بتخطيط كَهْرَبِيَّة الدِّماغ EEG موصولة خارج الرأس، فهي تجد صعوبة أكبر في تفسير الإشارات الكهربائية داخل الجمجمة، ولكنها تحقق نتائج باهرة.

هناك ســمّاعة رأس رخيصة التكلفة صنَّعتها شركة ألعاب أســترالية، وهي شركة إيموتيف Emotiv، قبل بضع ســنوات، تترجم إشــارات الدِّماغ وتستخدمها لتمكين المســتخدمين من التحكم في الأشياء على شاشــة جهاز الحاسوب[285]. يعتقد علماء الأعصاب أن هذه الأجهزة الرخيصة تقيس «إيقاعات العضلات عوضا عن النشــاط العصبي الحقيقي»[286]. بيد أن العلماء والمهندســين العاملين في مختبر شركة آي بي إم للتكنولوجيات الناشــئة في المملكة المتحدة أجروا تعديلات على هذه السّــماعة

لتسمح بالتحكم في عقل الأجهزة الإلكترونية الأخرى[287]، بما في ذلك السيارات النموذجية، وأجهزة التلفزيون، والمفاتيح. في سويسرا، استخدم العلماء في أكاديمية الفنون التطبيقية الاتحادية في لوزان (EPFL) منهجا مماثلا لصناعة كراسي المُقْعدين وروبوتات يجري التحكم فيها عن طريق العقل (الفكر)[288]. وقد أعلنت أربع شركات أخرى[289]، بما في ذلك شركة تويوتا، أنها تطوّر دراجة يمكن التحكم في تعشيق تروسها بواسطة عقل راكب الدراجة.

يعمل كل من غيرفين شاك وأنطوني ريتاشيو، من مركز ألباني الطبي، بمنحة من الجيش الأمريكي تقدر بملايين الدولارات من أجل تصميم وتطوير أجهزة من شأنها أن تمكن الجنود من التَخاطُر[290] على الرغم من أن هذا يبدو كأنه ضرب من الخيال العلمي، فإن وزارة الدفاع الأمريكية (البنتاغون) تعتقد أنه من الممكن تطوير ما يسمى بخوذات التخاطر، لهذا السبب خصصت أكثر من 6 ملايين دولار لإتمام هذا المشروع[291]. والموعد المحدد لاستكمال النموذج الأولي من هذا الجهاز سيكون في العام 2017[292].

«ما وراء الإنسانية» و«التفرُّد (الأحادية)»

إذا ما أُتقنت هذه التكنولوجيا إلى حد الكمال، فإنه من الصعب أن نتصوَّر إلى أين ستوصلنا فيما بعد النسخ الأكثر تعقيدا منها. يتوقع بعض المنظِّرين منذ زمن طويل أن تطوير طريقة عملية لترجمة أفكار الإنسان إلى أنماط رقمية يمكن فك شفرتها من قبل أجهزة الحاسوب سيؤدي حتما إلى تقارب أوسع بين الآلات والبشر يتجاوز السايبورغات[*] cyborgs لفتح المجال أمام حقبة جديدة تتميز بما يسمونه «ما وراء الإنسانية» «transhumanism».

وفقا لنيك بوستروم[293]، وهو أحد المؤرخين الرواد في مجال ما وراء الإنسانية transhumanism، من الظاهر أن من صاغ هذا المصطلح هو شقيق ألدوس هكسلي، واسمه جوليان، وهو عالم أحياء متميز، وعالم في البيئة، وشخص محب للخير والإنسانية، الذي كتب في العام 1927: «إن الجنس البشري يمكن، إذا أراد، أن يسمو على ذاته - ليس فقط بشكل متفرق، كفرد هنا في أحد المسارات، وكفرد هناك

(*) السايبورغ Cyborg، نصف بشري ونصف آلي.[المحررة].

في مســار آخر، بل في طبيعته الكلية، أي الطبيعة البشرية. نحن في حاجة إلى اســم لهذا الاعتقاد الجديد. ربما يفي تعبير ماوراء الإنســانية transhumanism بالغرض: فالإنســان يبقى هو الإنســان، ولكنه يســمو فوق ذاته من خلال تحقيق إمكانات جديدة من الطبيعة البشرية وإليها».

الفكرة القائلة إننا كبشر لســنا نقطة النهاية بالنسبة إلى التطور، لكن قَدَرُنا هو أن نتطور أكثر - بمشــاركتنا الخاصة النشــطة في توجيه عمليــة التطور - هي فكرة تعود جذورها إلى فترة الهياج الفكري في أعقاب نشر كتاب داروين «أصل الأنواع»، الذي استمر حتى القرن العشرين[294]. أدى هذا التكهن بعد عدة عقود لاحقة إلى مناقشة نقطة النهاية الجديدة المقترحة في تطور البشرية - وهي «التفرُّد».

مصطلح «التفرُّد»، الذي استخدمه لأول مرة تيلار دي شاردان[295]، يصف عتبة مســتقبلية ســيتجاوز بعدها الذكاء الاصطناعي ويتفوق على ذكاء البشر. اســتحوذ فيرنور فينجي، عالم الرياضيات والحاسوب في كاليفورنيا، على الفكرة بإيجاز مفيد في بحث نشره قبل عشرين عاما، بعنــوان «التفرُّد التكنولوجي القادم»، كتب فيه «في غضون ثلاثين عاما، سيكون لدينا الوسائل التكنولوجية لخلق ذكاء خارق فوق طاقة البشر. بعد ذلك بفترة وجيزة، ستأتي نهاية عصر الإنسان»[296].

في العصر الحالي أُشــيعت فكرة التفرُّد وجرى ترويجها بحماس على يد الدكتور ريي كورزويل، وهو شــخص واسع المعرفة، ومؤلف، ومخترع، ومن أتباع المستقبلية (ومؤســس مشــارك مع بيتر ديامانديس لجامعة التفرُّد في مجمع البحوث في وكالة الفضاء ناســا في موفيــت فيلد، كاليفورنيــا). يتصوَّر كورزويل، ضمــن أمور أخرى، التطور السريع في التقنيات الذي سيسهل الترجمة السلسة والكاملة لأفكار الإنسان إلى شــكل يمكن أن تســتوعبه وتحتويه أجهزة الحاسوب المتقدمة[297]. فهو يعتقد، عــلى افتراض أن هذه الاختراقات ســوف تحدث في وقت مــا، أنه في العقود القليلة المقبلة سيكون من الممكن هندسة التقارب بين الذكاء البشري – وحتى الوعي - مع الــذكاء الاصطناعي. وكتب أخــيرا، «لن يكون هناك تمييز، ما بعــد فترة التفرُّد، بين الإنسان والآلة أو بين الواقع المادي والافتراضي»[298].

قلَّما يتردد كورزويل في طرح أفكار استفزازية لمجرد أن العديد من التكنولوجيين الآخرين ينظرون إليهــا باعتبارها أفكارا غريبة. قام صديق مقرَّب آخر، وهو ميتش

كابور، الذي يعتبر أيضا أسطورة في عالم الحوسبة، بتحدي كورزويل إلى رهان بقيمة 20 ألــف دولار أمريــكي[299] (تُدفع إلى مؤسســة من اختيار الفائــز) حول الجدل الأكــثر إثارة للاهتمام والدائر منذ فترة طويلة من الزمن حول القدرات المســتقبلية لأجهزة الحاســوب، وهو اختبار تُورِنغ Turing Test. وقد عمل اختبار تورنغ، الذي سُــمِّي كذلك نسبة إلى الرائد الأسطوري في مجال علوم الكمبيوتر آلان تُورِنغ Alan Turing، الذي اقترحه لأول مرة في العام 1950، كبديل لتحديد متى ســتصل أجهزة الحاســوب إلى مســتوى ذكاء الإنسان. إذا لم يتمكن شــخص ما بعد التحدث كتابيا مع اثنين من المحاورين، أحدهما إنســان والآخر جهاز حاســوب، من تحديد أيهما الإنسان وأيهما الحاسوب، يكون عندها الحاسوب قد اجتاز الاختبار بنجاح. وقد أكد كورزويل أن الحاســوب سوف يجتاز اختبار تُورِنغ بحلول نهاية العام 2029. كابور، الذي يعتقد أن ذكاء الإنســان سيكون إلى الأبد مميَّزا عضويا عن الذكاء المستند إلى الآلة، لا يوافق على هذا الأمر. ولكن التفرُّد المحتمل يشكِّل تحديا من نوع آخر.

في الآونة الأخيرة، واجهت النســخة الســيليكونية من التفرد تحديا تنافسيا من بعض علماء الأحياء الذين يعتقدون أن الهندســة الوراثية للأدمغة قد تنتج بالفعل «تفــرُّدا عضويا» قبل أن يتحقق «التفرُّد التكنولوجي» القائم على الحاســوب[300]. عــلى الصعيد الشــخصي، أنا لا أتطلع إلى أي منهما، بيــد أن عدم ارتياحي قد يكون مجرد صورة للأفكار الصعبة التي تراودنا جميعا مع انطلاق هذه الثورات المتعددة إلى الأمام بخطى متسارعة أكثر من أي وقت مضى.

صناعة أعضاء جسم جديدة

عــلى الرغم من أن الاندمــاج بين الناس والآلات لايزال في عــالم الخيال العلمي للمســتقبل المنظور، فإن إدخال الأعضاء الآلية كبديل لأعضاء جســم الإنسان يتقدم إلى الأمام بسرعة. يجري حاليا اســتخدام الأطراف الاصطناعية ليس فقط لاســتبدال الوركين[301]، والركبتين[302]، والســاقين[303]، والذراعين[304] فقط، بل أيضا لاستبدال العينين[305] وأعضاء الجســم الأخرى التي لم تكن في السابق قابلة للاستبدال ببدائل اصطناعيــة[306]. تُجرى عمليات زراعة لقوقعة الأذن، كما ذكرنا ســابقا، لاســتعادة الســمع[307]. وتعمــل عدة فرق بحثية على تطوير هيــاكل خارجية لتمكين المرضى

المصابين بشــلل ســفلي من المشي[308] ومنح قوة إضافية للجنود[309] وغيرهم ممن يحتاجــون لرفع أحمال ثقيلة. معظم الأدوات المســاعدة على الســمع المعدّة وفق الطلب تصنع الآن بواســطة الطابعات ثلاثية الأبعاد[310]. تقود السرعة التي تتقدم بهــا الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى حتمية صناعة أطــراف اصطناعية بتقنية الطباعة في المستقبل القريب.

في العــام 2012، اســتخدم الأطباء والتقنيــون في هولندا طابعــة ثلاثية الأبعاد (ورَدَ وصفها في الفصل الأول من هذه الكتاب) في تصنيع فك ســفلي من مســحوق التيتانيوم لامرأة مســنّة لم تكن مؤهلة لإجراء جراحة إعــادة بناء تقليدية لها[311]. صُمــم الفك على جهاز حاســوب بمفاصل مترابطة بانتظام تطابــق الفك الحقيقي، وأخاديد لتتكيّف مع إعادة نمو الأوردة والأعصاب، ووهاد مصممة بدقة لكي تتصل عضلاته بها. وبالطبع، حُدد حجم الفك بشكل يتناسب تماما مع وجه المرأة.

بعــد ذلك أُدخل المخطط الرقمي ثلاثي الأبعــاد إلى الطابعة ثلاثية الأبعاد، التي تضع عليه مسحوق التيتانيوم، وذلك بوضع طبقات رقيقة جدا الواحدة تلو الأخرى (بمعدل ثلاث وثلاثين طبقة لكل ملليمتر)، ومن ثم صهرها معا بأشعة ليزرية في كل مرة، في عملية تستغرق بضع ساعات فقط. وفقا لطبيب المرأة، الدكتور جولز بوكينز من جامعة هاســلت، فقد تمكنت المرأة من استخدام الفك المطبوع بشكل طبيعي بعد الاســتفاقة من العملية الجراحية التي أُجريت لهــا، وبعد يوم واحد فقط من العملية كانت قادرة على بلع الطعام.

الطباعة ثلاثية الأبعاد للأعضاء البشرية لم تصبح بعد قابلة للتطبيق، بيد أن نشــوء هــذه الاحتمالية ولّــد بالفعل إثارة هائلة في مجال زرع الأعضاء وذلك بســبب النقص الحــالي في الأعضــاء[312]. ولكن قبــل أن تصبح الطباعة ثلاثية الأبعــاد للأعضاء ممكنة فعــلا، يأمل العلــماء في تطوير القدرة على توليد الأعضاء البديلــة في المختبر لزرعها في البشر. النسخ الأولى لما يسمى الكلى (والأكباد) الجسمية الخارجية يجري حاليا إنتاجها من قبل علماء الطب التجديدي في جامعة ويك فوريســت[313]. يَعِد ظهور احتمال أن يتمكن الناس من زرع أعضائهم البديلة بإحداث تحوُّل في مجال زراعة الأعضاء.

أنتج الأطباء في معهد كارولينســكا في ســتوكهولم بالفعل قصبــة هوائية بديلة وزرعوها بنجاح عن طريق تحفيز خلايا المريض نفسه لتنمو في المختبر على «سقالة»

بلاستيكية خاصة تعتبر نسخة طبق الأصل من حجم وشكل القصبة الهوائية[314] التي حلّت محلها. واستخدم فريق طبي في بيتسبرغ تقنية مماثلة لزراعة العضلة الرباعية الرؤوس لجندي فقد عضلة الفخذ الأصلية جراء انفجار في أفغانستان، من خلال زرع سقالة مصنوعة من المثانة البولية لخنزير (مجرّدة من الخلايا الحية) في ساقه، الأمر الذي حفز الخلايا الجذعية على إعادة بناء النسيج العضلي عند ملامستها لمصفوفة السقالة التي بدأت تتفكك[315] بواسطة جهاز المناعة في الجسم. يعمل العلماء في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا على تطوير أسلاك السيليكون الدقيقة التي تصغر شعرة الإنسان بآلاف المرات[316] والتي يمكن زرعها في هذه السقالات واستخدامها لرصد كيف تجري عملية إعادة نمو الأعضاء.

باعتباري واحدا ممن صاغوا قانون زراعة الأعضاء الوطني في العام 1984، اطلعت في أثناء إحدى جلسات الاستماع في الكونغرس على المشاكل المتعلقة بإيجاد ما يكفي من متبرعي الأعضاء لتلبية الحاجة المتزايدة إلى عمليات زراعة الأعضاء. وبعد تأييدي للحظر المفروض على بيع وشراء الأعضاء، لاأزال غير مقتنع بالرأي الذي يقول إنه يجب إلغاء هذا الحظر القانوني (الذي تشارك فيه الولايات المتحدة الأمريكية جميع البلدان الأخرى إلى جانب إيران)[317]. احتمال حدوث انتهاكات يبدو جليا بالفعل في السوق السوداء المقلقة لتجارة الأعضاء والأنسجة من الشعوب في البلدان الفقيرة لزرعها في أشخاص يعيشون في البلدان الغنية[318].

في انتظار تطوير أعضاء بديلة اصطناعية ومجددة، فإن الأدوات القائمة على شبكة الإنترنت، بما في ذلك وسائل الإعلام الاجتماعية، تساعد في مواجهة التحدي المتمثل في العثور على مزيد من المتبرعين ومطابقتهم مع أولئك الذين يحتاجون إلى عمليات زرع للأعضاء. في العام 2012، أورد الصحافي كيفن ساك من صحيفة نيويورك تايمز في تقرير له مثالا مؤثرا بشأن كيف أصبح ستون شخصا مختلفا جزءا من «أطول سلسلة أنشئت على الإطلاق من عمليات زرع الكلى»[319]. في الآونة الأخيرة، أعلن موقع فيسبوك إضافة رابط تحت عنوان «متبرع الأعضاء» كإحدى المواد التي تتطلب التحديث[320] على الملفات الشخصية للمستخدمين.

تستخدم شركة أخرى للطباعة ثلاثية الأبعاد، وهي شركة بيسبوك إنوفيشن (ابتكارات وفق الطلب) في سان فرانسيسكو، العملية لطباعة الأطراف الاصطناعية

المتقدمـة جدا[321]. كما تسـتخدمها شركات أخرى للقيـام بعمليات طبية مختلفة لـزرع الأعضاء[322]. هناك أيضا جهود مركزة لتطويـر القدرة على طباعة اللقاحات والمسـتحضرات الدوائية من المواد الكيميائية الأساسية[323] عند الطلب. قال أخيرا البروفيسور لي كرونين من جامعة غلاسكو، الذي يرأس أحد الفرق المهتمة بالطباعة ثلاثية الأبعاد للمسـتحضرات الدوائية، إن العملية التي يشتغلون عليها سوف تضع جزيئات العناصر المشـتركة والمركبات المسـتخدمة لاسـتحضار الأدوية فيما يعادل العبـوات (الخراطيش) التي تزوِّد الطابعة التقليديـة ثنائية الأبعاد بالأحبار الملونة المختلفة. وبوجود مجموعة صغيرة من هذه العبوات التي يسهل التحكم بها، يقول كرونين: «بإمكانك صناعة جزيء عضوي».

إحدى المزايـا الإيجابية، بالطبع، هي أن هذه العملية من شـأنها توفير إمكان نقل الصيغة الرقمية ثلاثية الأبعاد للمسـتحضرات الدوائية واللقاحات إلى طابعات ثلاثيـة الأبعـاد موزعة على نطاق واسـع في جميع أنحاء العـالم لتصنيع الأدوية في الموقع بتكاليف إضافية لا تُذكر من أجل اسـتحضار الأدوية وفق طلب كل مريض على حدة.

كانت صناعة المسـتحضرات الدوائية تعتمد تاريخيا على مصانع مركزية كبيرة لإنتاج الأدوية لأن نموذج عملها يسـتند إلى فكرة السـوق الشامل، التي يجري من خلاله تأمين ذات المنتج بالفعل لأعداد كبيرة من الناس[324]. ولكن رقمنة الكائنات البشريـة والمواد القائمة على الجزيئات تنتج كميات هائلة على نحو اسـتثنائي من البيانـات التمييزيـة بشـأن الناس والأشـياء إلى درجة أنه سـيصبح قريبا من غير المنطقـي تكويم النـاس بعضهم مع بعض وتجاهل المعلومات المهمة طبيا بشـأن الاختلافات بينهم.

البراعـة الفائقـة الجديدة التي نتمتع بها في التلاعب بالنسـيج المجهري لعالمنا تمنحنـا أيضا القدرة على تصميـم الآلات الدقيقة (آلات النانو) لإدخالها في جسـم الإنسـان - مع وجـود بعض الأجهزة النشـطة بحجم الخلايا الحيـة التي يمكن أن تتعايش مع الأنسـجة البشرية. أعلـن فريق من المختصـين في تكنولوجيا النانو في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في العام 2012، أنه تمكن بنجاح من بناء «مصانع نانويـة» «nanofactories» قادرة من الناحية النظرية على إنتاج البروتينات وهي

في داخل الجسم البشري عندما يجري تنشيطها بواسطة تسليط ضوء ليزري مشع عليها من خارج الجسم[325].

يجري أيضا تطوير الأعضاء الاصطناعية الخاصة بالدماغ[326]. إلى جانب الأجهزة المنظِّمة لنبضات القلب، يمكن الآن زرع أجهزة مماثلة في الدماغ لإصلاح الضرر والاضطرابات. بدأ الأطباء بالفعل زرع رقائق الكمبيوتر والأجهزة الرقمية على سطح الدماغ، وفي بعض الحالات، في مناطق عميقة من الدماغ[327]. عن طريق فتح ثقب في الجمجمة، ووضع شريحة متصلة سلكيا بحاسوب بشكل مباشر على سطح الدماغ، استطاع الأطباء تمكين المرضى المصابين بالشلل من تفعيل وتوجيه حركة الروبوتات عن طريق العقل[328]. وفي أحد العروض التي جرت مشاهدتها على نطاق واسع، تمكنت مريضة مصابة بالشلل من توجيه ذراع روبوت لالتقاط فنجان من القهوة، وتحريكه على مقربة من فمها، ووضع قصبة في فمها كي تتمكن من شرب رشفة من القهوة.

يعتقد الخبراء أنها ليست إلا مسألة وقت حتى تستطيع القوة الحاسوبية المتزايدة وتقلُّص أحجام رقائق الحاسوب من توفير إمكان الاستغناء عن الأسلاك التي تربط الشريحة بجهاز الحاسوب[329]. يعمل العلماء والمهندسون في جامعة إلينوي[330]، وجامعة بنسلفانيا، وجامعة نيويورك على تطوير شكل جديد من الواجهة البينية مع الدماغ تكون مرنة إلى درجة يمكن مدها لتتناسب مع محيط سطح الدماغ. وفقا لرئيس قسم الأبحاث والتطوير في شركة غلاكسو سميث كلاين، منصف السلاوي، «إن العلوم التي تدعم الإلكترونيات البيولوجية تسير بوتيرة مذهلة في المراكز الأكاديمية في جميع أنحاء العالم، ولكنها تحدث جميعها في أماكن منفصلة. التحدي هو دمج العمل - في واجهات بينية بين الدماغ والحاسوب، وعلوم المواد، وتكنولوجيا النانو، وتوليد الطاقة الدقيقة - لتوفير فوائد علاجية»[331].

قام الأطباء في جامعة تل أبيب بتجهيز الفئران بمخيخ اصطناعي، جرى وصله بجذع دماغ الفأر لتفسير المعلومات الواردة من بقية أنحاء جسم الفأر[332]. وباستخدام هذه المعلومات، يتمكن الأطباء من تحفيز الخلايا العصبية الحركية لتحريك أطراف الفأر. وعلى الرغم من أن العمل لايزال في مراحله الأولى، يعتقد الخبراء في هذا المجال أنها ليست سوى مسألة وقت حتى يجري بناء نسخ اصطناعية

لكامل النظُم الفرعية في الدماغ. قال فرانسيسكو سيبولفيدا من جامعة إسكس في المملكة المتحدة إن صعوبة التحدي جسيمة بيد أن العلماء يرون طريقا واضحا نحو تحقيق النجاح. «من المرجح أن يستغرق الأمر عقودا عدة للوصول إلى هناك، ولكن رهاني هو أن أجزاء محددة ومنظمة بشكل جيد في الدماغ مثل الحُصَين أو القشرة البصرية سيكون لها قرائن اصطناعية قبل نهاية هذا القرن»[(333)].

قبل تطوير النظام الفرعي الاصطناعي للدماغ المعقد مثل الحُصَين أو القشرة البصرية بكثير، كان هناك بالفعل ما يسمى أعضاء اصطناعية عصبية أخرى تستخدم في البشر، بما في ذلك الأعضاء الاصطناعية للتحكم في المثانة[(334)]، وتخفيف آلام العمود الفقري[(335)]، وعلاج بعض أشكال العمى[(336)] والصمم[(337)]. ووفقا للعلماء فإنه من المتوقع أن تستحدث في المستقبل القريب أعضاء اصطناعية أخرى تكون قادرة على تحفيز أجزاء معينة من الدماغ لتعزيز مركز النشاط والتركيز[(338)]، وأنه بواسطة النقر على مفتاح سيجري تحفيز الروابط العصبية المرتبطة مع «الممارسة» من أجل تعزيز قدرة الشخص الذي تعرض إلى سكتة دماغية على تعلم كيفية السير مرة أخرى.

«تعديل الطفل»

مع استمرار تحسن عمليات زراعة الأعضاء، والأطراف الاصطناعية، والأعضاء الاصطناعية العصبية، وغيرها من التطبيقات في علم نُظم التواصل والتحكم الآلي، توسعت آفاق النقاش حول الآثار المترتبة على استخدامها كأجهزة علاجية، ودوائية، وترميمية (تعويضية) لتشمل الآثار المترتبة على استخدام الأطراف الاصطناعية التي تعزز البشر. على سبيل المثال، عمليات الزرع في الدماغ الموصوفة أعلاه التي يمكن أن تساعد ضحايا السكتة الدماغية على التعلم بسرعة أكبر على كيفية السير مرة أخرى، يمكن أن تستخدم أيضا في الأشخاص الأصحاء لتعزيز التركيز عندهم متى شاءوا[(339)] لمساعدتهم على تعلم مهارة جديدة تماما، أو تعزيز قدرتهم على التركيز عندما يشعرون بأن ذلك مهم بشكل خاص.

لقد بدأ بالفعل التعزيز المؤقت للأداء الذهني من خلال استخدام المستحضرات الدوائية، بوجود ما يقدر بنحو 4 في المائة من طلاب الجامعات ممن يستخدمون

بشـكل روتيني الأدوية التي تسـاعد على تنشـيط الانتباه مثل أديرال Adderall، وريتالـين Ritalin، وبروفيجل Provigil لتحسـين درجاتهـم[340] في الاختبارات في أثناء فترة الامتحانات. أشارت الدراسات التي أجريت في بعض المدارس إلى معدلات أعـلى قد تصـل إلى 35 في المائة. وبعد تحقيق معمق لاسـتخدام هـذه الأدوية في المدارس الثانوية، ذكـرت صحيفة نيويورك تايمز أنه لا يوجد هناك «بحث موثوق» يُبنى على أساسه تقدير على المستوى الوطني لهذا الاستخدام، ولكن الاستبيان الذي شارك فيه أكثر من خمس عشرة مدرسة من المدارس ذات المعايير الأكاديمية العالية أسفر عن تقدير من الأطباء والطلاب بأن النسبة المئوية للطلاب الذين يستخدمون هذه المواد «تتراوح بين 15 و40 في المائة»[341].

ومضـت صحيفة التايمز في تقريرها إلى القـول بأن «أحد الأمور التي كان عليها إجماع واضح هو أن: المسـتخدمين أصبحوا أكثر شـيوعا ... وبعـض الطلاب الذين يفضلـون عدم تناول الأدوية سـيضطرون إلى الانضمام إليهم بسـبب التنافس على المرتبـة في الصف واهتمام الجامعـات». بعض الأطباء الذيـن يعملون مع عائلات من ذوي الدخل المحـدود بدأوا بكتابة وصفات طبية لدواء أديرال Adderall[342] للأطفال لمسـاعدتهم عـلى تعويض المزايا التي يتمتع بهـا الأطفال الذين يتحدرون مـن عائلات ثرية. وقد ذكر أحد هؤلاء الأطباء، وهو الدكتور مايكل أندرسـون من مقاطعة كانتون في ولاية جورجيا، لصحيفة التايمز أنه يعتقد أن ذلك «سيعادل كفة الميزان بشـكل طفيف... لقد قررنا كمجتمع أن تعديـل بيئة الطفل هو أمر باهظ الثمن. لذلك ينبغي علينا أن نعدّل الطفل».

قبل بضع سنوات، شـارك ما يقرب من 1,500 شخص يعملون علماء أبحاث في المؤسسـات التابعة لأكثر من سـتين دولة في استطلاع بشأن اسـتخدام الأدوية التي تعزز الدماغ. وقال ما يقرب من 20 في المائة منهم إنهم استخدموا بالفعل مثل هذه الأدوية، وذكر أغلبهم أنهم شـعروا بتحسن ذاكرتهم وقدرتهم على التركيز[343]. على الرغم من أن الاسـتخدام غير الصحيح والاسـتخدام المفرط الخطير لهذه المواد حدا بالأطبـاء إلى التحذير من المخاطر والآثار الجانبية، فإن العلماء يعملون على تصنيع مركبات جديـدة تحمل معها وعودا بتعزيز الذكاء بالفعـل[344]. يتوقع البعض أن اسـتخدام العقاقير المحسـنة التي تعزز الذكاء التي يجري تطويرها حاليا يمكن أن

تصبح شائعة ولا تجلب معها إلا وَصْمة ضئيلة مثل عمليات التجميل الجراحية هذه الأيام[345]. تجري وكالة مشـاريع البحوث المتقدمة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية تجـارب بمنهج مختلـف لتعزيز التركيز وتسريع تعلم المهـارات الجديدة من خلال اسـتخدام تيارات كهربائية ضعيفة توجه من خـارج الجمجمة إلى جزء من الدماغ يُستخدم للتعرف على الأشياء من أجل تحسين تدريب القناصة[346].

تعزيز الأداء

في دورة الألعاب الأولمبية للعام 2012، دخل أوسـكار بيسـتوريوس من جنوب أفريقيا التاريخ كأول رياضي في سباقات المضمار مبتور الساقين يدخل المنافسة[347]. بيسـتوريوس، الذي ولد من دون وجود قصبات في ساقيه السفليتين، وجرى بترهما قبـل أن يبلغ الواحدة مـن العمر، تعلم الجري بأطـراف اصطناعية. وقد نافس في سباق العدْو السريع لمسـافة 400 متر، حيث وصل إلى الدور نصف النهائي، وسباق التتابع 4 × 400، الذي وصل فيه فريق جنوب أفريقيا إلى النهائيات[348].

وقد أعرب بعض منافسي بيستوريوس عن قلقهم قبل انطلاق الألعاب بأن النَصْلات المرنة الموصولة إلى ساقيه السفليتين الاصطناعيتين قد تمنحه بالفعل أفضلية غير عادلة. وقال الرياضي المتقاعد حامل الرقم القياسي العالمي في سباق العدو السريع لمسافة 400 متر، مايكل جونسون: «لأننا لا نعلم علم اليقين ما إذا كانت هذه الأطراف الاصطناعية تعطيه الأفضلية، فالأمر مجحف بحق المتنافسين من الأصحاء بدنيا»[349].

بسبب شجاعته وإصراره، كان معظم الناس يهتفون لبيستوريوس لتحقيق الفوز. من الواضح أننا نمر بالفعل في زمن الجدل الأخلاقي بشـأن ما إذا كانت التعزيزات الاصطناعيـة للكائنات البشرية تـؤدي إلى منح مزايا غير عادلة من مختلف الأنواع. عندما تنافس بيسـتوريوس بعد أسـبوعين من ذلك في الألعاب الأولمبية للمعوَّقين، قـدم هو نفسـه احتجاجا ضد واحد من المتسـابقين الآخرين الـذي كانت نصلاته الاصطناعيـة، وفق بيسـتوريوس[350]، طويلة جدا بالمقارنة مـع طول قامته وذلك يمنحه أفضلية غير عادلة.

في مثـال آخر من ألعاب القوى، فإن اسـتخدام هرمون يسـمى الإريثروبويتين (EPO) - الـذي ينظم إنتاج خلايا الدم الحمـراء[351] - يمكن أن يعطي الرياضيين

أفضليـة كبـيرة من خلال تزويـد العضلات بمزيد من الأكسـجين لفـترة أطول من الزمن[352]. جرى تجريد أحد الفائزين السابقين في سباقات الدراجات الهوائية التي تقـام في فرنسـا (تور دو فرانس) مـن اللقب الذي حققه بعـد أن أثبتت التحاليل الطبيـة ارتفاع نسـبة هرمون التستوسـتيرون لديه. وقد اعـترف بتعاطيه هرمون الإريثروبويتين EPO، إلى جانب بعـض المقويات غير المشروعة الأخرى[353]. وأخيرا جـدا، تم تجريد الفائز بسـباقات الدراجات الهوائية التي تقام في فرنسـا (تور دو فرانس) لسـبع مرات لانس آرمسـترونغ من جميع البطولات والألقاب التي حققها وجرى حرمانه من سباق الدراجات[354] مدى الحياة بعد أن أصدرت وكالة مكافحة المنشّـطات الأمريكية تقريرا تفصل فيه اسـتخدامه لهرمـون الإريثروبويتين EPO، والمنشطات (سـتيرويد)، ونقل الدم[355]، والعقاقير المنشطة من قبل أعضاء آخرين من فريقه، ومؤامرة خفية للتستر على ذلك.

وقد اضطرت السـلطات المسـؤولة عـن دورة الألعاب الأولمبية والمنافسـات الرياضية الأخرى إلى خوض سـباق تسلح بالأسـلحة الجينية والبيوكيميائية لتطوير أساليب أكثر تطورا من أي وقت مضى للكشف عن المنشطات الجديدة التي تخالف القوانين[356]. ماذا لـو أن الجين الذي ينتج هرمونا إضافيا من الإريثروبويتين EPO اتحد مع جينوم الرياضي؟ كيف سيُكشف عن ذلك؟

عـلى الأقل واحد من الفائزيـن بالميدالية الذهبية الأولمبيـة لعدة مرات، بيرو مانتيرانتا، المتزلج الفنلندي عبر البلاد، اكتشـف بعد سـنوات لاحقة أنه كان يمتلك طفرة طبيعية في جسمه تتسبب في إنتاج هرمون الإريثروبويتين EPO بمعدل يفوق المعـدل الطبيعي - وبالتالي ينتج مزيدا من خلايا الدم الحمراء[357]. من الواضح أن ذلـك لا يمكن اعتباره انتهاكا للقونين الأولمبية. تنافس مانتيرانتا في سـتينيات القرن العشريـن، قبل أن تصبح تقنيـة الربط الجيني متوافرة. ولكـن إذا ظهر رياضيون أولمبيون في المسـتقبل يحملون ذات الطفرة، قد يكون من المسـتحيل تحديد ما إذا كانـت طبيعية أو نتيجـة ارتباطها اصطناعيا بالجينوم الخاص بهم. يمكن الكشـف عن الربط الآن، ولكن العلماء يقولون إنه عندما يُسـتكمل هذا الإجراء بشكل تام، قد لا يتمكن المسـؤولون الأولمبيون من اتخاذ قراراتهم من دون إجراء فحص جيني لأقارب الرياضي[358].

في مثال آخر، اكتشف العلماء الآن وسائل للتلاعب في بروتين يسمى مايوستاتين myostatin الذي ينظـم بناء العضلات[359]. الحيوانات التـي يتثبط لديها بروتين المايوسـتاتين myostatin تنمـو فيها عضلات قوية وضخمة بشـكل غير طبيعي في جميـع أنحاء أجسـادها. إذا جرى تعديـل الرياضيين جينيا لتعزيـز نمو عضلاتهم، فهل يشـكل ذلك منافسـة غير عادلة؟ أليس ذلك ببساطة شكلا جديدا من أشكال المنشطات، مثل استخدام منشطات الستيرويد وحقن الدم الغني بالأكسجين؟ ومرة أخرى هنا، بعض الناس - بمن فيهم على الأقل لاعبة جمباز واحدة شـابة وطموحة - يمتلكـون طفرة نادرة ولكنها طبيعية تمنعهم مـن إنتاج كمية طبيعية من بروتين مايوستاتين myostatin، مما ينجم عنها عضلات خارقة.

مـن المرجح أن ينتج التقارب بين الهندسـة الوراثية والأطراف الاصطناعية أيضا اختراقات جديدة. أعلن علماء في ولاية كاليفورنيا عن مشروع جديد في العام 2012 لإنشـاء خصية اصطناعية، يشيرون إليها باسـم «الآلة البيولوجية لإنتاج الحيوانات المنوية» البشرية[360]. باعتبارها في الأساس عضوا اصطناعيا، فإن الخصية الاصطناعية سـيتم حقنها كل شـهرين بالخلايا المنوية التي تم هندسـتها من الخلايا الجذعية الخاصة برجل بالغ.

بعض التطبيقات الأولى للأبحـاث الوراثية كانت في علاج العقم. في الواقع، لقد تركز قدر كبير من العمل منذ بداية ثورة علوم الحياة على بداية ونهاية دورة حياة الإنسان - إعادة اكتشاف الحياة والموت.

تغيُّر أخلاقيات الخصوبة

أثـارت ولادة أول ما يسـمى بطفل الأنبوب في إنجلـترا في العام 1978، لويز براون[361]، جدلا عالميا بشأن أخلاقيات هذا الإجراء واستقامته[362] - وهو جدل أسـس من عدة نواح نموذجـا للطريقة التي تتفاعل فيهـا الجماهير مع معظم هذه الاختراقات. في المرحلة الأولى، كان هناك قدر من الصدمة والرعب، ممزوج بموجة مـن التكهنات مع محاولة الخبراء الأغنياء استكشـاف الآثار المترتبة على هـذا الاختراق. أبدى بعـض المهتمين بالأخلاقيات البيولوجيـة حينها قلقهم من أن الإخصـاب في المختبر (طفل الأنبوب) قد يقلِّـل بطريقة ما من الحب الأبوي

ويضعف العلاقات بين الأجيال[363]. ولكن مقابل الرهبة التائهة والاضطراب والغضب هناك الفرح والسعادة الغامرة للآباء والأمهات الجدد الذين تحولت أحلامهم في إنجاب طفل إلى حقيقة في نهاية المطاف. وسرعان ما تتبدد مظاهر الاحتجاج وتتلاشى بعد ذلك. وعلى حد تعبير واحدة من المهتمات بالأخلاقيات البيولوجية الأمريكيات، ديبرا ماثيوز: «الناس يريدون الأطفال[364]، ولا أحد يريد أي شخص آخر أن يقول لهم إنهم لا يستطيعون الحصول عليهم». منذ العام 1978، ولد أكثر من خمسة ملايين طفل لآباء يعانون العقم ويرغبون في إنجاب الأطفال[365] من خلال استخدام عمليات التخصيب في المختبر والإجراءات ذات الصلة.

خلال العديد من جلسات الاستماع في الكونغرس حول التقدم الذي حققته أبحاث علوم الحياة في سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين، رأيت هذا النمط يتكرر مرات عديدة[366]. حتى في مراحل سابقة لذلك، في العام 1967، أثارت أيضا أول عملية زراعة قلب قام بها الدكتور كريستيان برنارد[367] في جنوب أفريقيا جدلا، ولكن الابتهاج والدهشة - لما كان يُنظر إليه على أنه معجزة طبية - وضعا حدا لهذا الجدل قبل أن يكتسب زخما. وأخبرني الطبيب المساعد في العملية، الدكتور ورويك بيكوك، أنه عندما بدأ القلب المزروع يخفق أخيرا، هتف برنارد، «يا إلهي، إنه يعمل!»[368] فيما بعد، أثارت أول عملية استنساخ للماشية وتسويق الأمومة البديلة تجاريا(*) أيضا جدلا بيد أنه لم يدم طويلا.

ولكن يؤدي سيل الاكتشافات العلمية الآن إلى خيارات جديدة بالنسبة إلى الخصوبة من شأنها إثارة خلافات قد لا تخبو بذات السرعة. تشمل أحد الإجراءات الجديدة الحمل بجنين واستخدام التشخيص الوراثي ما قبل زراعة هذا الجنين[369] (PGD) لاختيار «الأخ المخلِّص»[370] المناسب الذي يمكن أن يكون بمنزلة المتبرع للأعضاء[371]، أو الأنسجة[372]، أو نخاع العظام[373]، أو الخلية الجذعية للحبل السري[374] لشقيقه أو شقيقته. وقد أثار بعض المهتمين بالأخلاقيات البيولوجية المخاوف من أن الغاية المفيدة من وراء مثل هذه العمليات من الحمل تحط من

(*) الرِّحِمُ الظِّئْر: امرأة تحمل جنين امرأة أخرى.[المترجم].

قيمـة الطفل[375]، على الرغم من أن آخرين يتسـاءلون: لمـاذا ينبغي بالضرورة أن تكـون الحال على هذا المنوال؟ من الناحية النظرية، يمكن للأهل أن يحبوا ويقدروا كلا الطفلين بشـكل متساوٍ حتى إن كانوا يسعون إلى تأمين علاج طبي مهم للطفل الأول بمساعدة الطفل الثاني[376]. ولكن في مثل هذا السيناريو فإن القضية المتعلقة بمدى توافر إمكان الحصول بالفعل على الموافقة المستنيرة من جانب الطفل المتبرع هي مسألة أخرى.

وضَعَ العلماء والأطباء في قسـم الطب التناسـلي في جامعة نيوكاسل في إنجلترا الخطوط العريضة لإجراء يبغي إنتاج «أطفال من ثلاثة آباء»[377]، للسـماح للأزواج المعرضـين بنسـبة عالية لخطر نقل مـرض عضوي عُضَـال إلى أبنائهم من الحمض النووي المتقدِّري السقيم للأم بإنجاب طفل سليم صحيا. إذا كان هناك شخص ثالث، وهي امرأة ليس لديها تلك الجينات المعنية، وسمحت باستبدال جيناتها (لأن هذه الجينات يجب أن تأتي من طرف متبرعة أنثى) لذلك الجزء من جينوم الجنين، عندها سـينجو الطفل من خطـر الإصابة بالحالة المرضية الوراثية. نسـبة 98 في المائة من الحمض النووي للطفل سـتأتي من الأم والأب؛ ونسـبة 2 في المائة فقط أو ما يقارب ذلك من الحمض النووي سـتأتي من المتبرِّعة بالجينات. بيد أن هذا التعديل الجيني هو تعديـل لن يؤثر[378] في الطفل فقط، بل في كل ذريته، إلى الأبد. ونتيجة لذلك، طلـب الأطباء من الحكومة مراجعـة الإجراء لتحديد ما إذا كان هذا الإجراء مقبولا بموجب قوانين بريطانيا(*).

عندما تكون مثل هـذه الخيارات في أيدي الآباء بدلا من الحكومة، فإن معظم الناس يتبنون معايير مختلفة لتحديد مشاعرهم تجاه الإجراء المعني. الاستثناء الكبير هو النقاش المسـتمر حول أخلاقيـات الإجهاض. على الرغم مـن المعارضة العنيفة للإجهـاض بين كثير من الناس المهتمـين، فإن الأغلبية في معظم البلـدان يبدو أنها تجاوزت درجة عدم الارتياح لديها مهما كانت نسـبتها بشأن هذا الإجراء من خلال التأكيد على مبدأ أن هذا قرار يجب أن يترك البت فيه للمرأة الحامل نفسـها، على الأقل في المراحل الأولى من الحمل[379].

(*) أقـر مجلس العموم تشريعا يجيز الإجراء في الثالث من فبرايـر 2015، لتصبح بريطانيا أول دولة في العالم تجيز تخليق الأجنة من ثلاثة آباء. [المحررة].

بيد أن تشتيت الخيارات الوراثية الجديدة على الأفراد، في بعض البلدان، يؤدي إلى إصدار قوانين جديدة تنظم الأمور التي يمكن للوالدين فعلها والأمور التي لا يستطيعون فعلها. فقد حظرت الهند الاختبارات الجينية للأجنة، أو حتى إجراء تحاليل الدم، المصممة لتحديد جنس الجنين[380]. أدت الرغبة القوية لدى العديد من الآباء الهنود في أن يكون الطفل التالي الذي ينجبونه ذكرا، لا سيما إذا كانوا قد أنجبوا أنثى قبل ذلك، بالفعل إلى عمليات إجهاض لـ 500 ألف من الأجنة الإناث في كل العام[381] وعدم توازن متزايد في عدد الذكور بالنسبة إلى عدد الإناث بين السكان. (من بين العديد من العوامل الثقافية التي تؤدي دورا منذ زمن طويل في نشوء ذلك التفضيل للأطفال الذكور هو ارتفاع تكلفة المهر الذي ينبغي على أهل العروس دفعه). الإحصاء السكاني المؤقت للهند للعام 2011، الذي أظهر انخفاضا حادا آخر في نسبة التوازن في جنس الأطفال، دفع الحكومة الهندية إلى إطلاق حملة جديدة لفرض حظر أفضل ضد إجراءات اختيار الجنس للأطفال[382].

معظم إجراءات تحديد نوع الجنس قبل الولادة في الهند تستخدم آلات الموجات فوق الصوتية[383] بدلا من الإجراءات ذات المخاطر العالية مثل بَزْل السَّلَى، وانتشار الدعاية لعيادات الموجات فوق الصوتية الرخيصة هو دليل على مدى شعبية هذا الإجراء. على الرغم من أن عمليات الإجهاض الانتقائي بسبب جنس الجنين غير مشروعة في الهند، لم تحظَ الاقتراحات المقترحة لفرض حظر على أجهزة الموجات فوق الصوتية بأي تأييد لها، ويرجع ذلك جزئيا إلى استخداماتها الطبية الأخرى. بعض الأزواج من الهند[384] - وغيرها من البلدان - يسافرون الآن إلى تايلاند، حيث تقدم صناعة «السياحة الطبية» الناجحة هناك إجراءات التشخيص الجيني قبل الزرع للأزواج الذين ينوون إنجاب طفل ذكر. وقال أحد الأطباء في واحدة من هذه العيادات إنه لم يتلقَ أي طلبات لجنين أنثى.

يوجد الآن إنجاز علمي يسمح باختبار الحمض النووي للجنين في عينات من الدم مأخوذة من الأمهات الحوامل[385]؛ ويقول الخبراء إن هذا الاختبار دقيق بنسبة 95 في المائة في تحديد نوع جنس الجنين بعد سبعة أسابيع من الحمل، ويصبح أكثر دقة في أثناء سير الحمل. إحدى الشركات المصنِّعة لعدَّة الاختبار،

وهي شركة كونسيومر جينيتيكس (علم الوراثة للمستهلك)، في مقاطعة سانتا كلارا، في ولاية كاليفورنيا، تطلب من النساء توقيع اتفاق بعدم استخدام نتائج الاختبار لاختيار جنس المولود؛ وأعلنت الشركة أيضا أنها لن تبيع طواقم هذه العدّة في الهند أو في الصين.

في العام 2012، أعلن باحثون في جامعة واشنطن عن اختراق علمي في تسلسل جينوم الجنين بأكمله تقريبا من مزيج من عينة من الدم من المرأة الحامل وعينة من لعاب الأب[386]. على الرغم من أن العملية لاتزال مكلفة (ما يقدر بـ 20 ألفا إلى 50 ألف دولار لجينوم جنين واحد[387] - في العام الماضي، كانت التكلفة 200 ألف دولار لكل اختبار)[388]. من المرجح أن يستمر هبوط سعر التكلفة بسرعة كبيرة[389]. بعد إعلان هذا الاختراق بفترة وجيزة، أعلن فريق بحث طبي في جامعة ستانفورد عن إجراء محسَّن لا يتطلب عينة جينية من الأب ويتوقع أن يكون متوافرا على نطاق واسع في غضون عامين بتكلفة تقديرية قدرها 3 آلاف دولار[390].

فيما ينصب معظم الاهتمام على فحص جنس الأجنة، جرى إحراز تقدم هائل في مجال فحص العلامات الوراثية التي تحدد الاضطرابات الخطيرة التي يمكن علاجها من خلال الكشف المبكر. فعلى سبيل المثال، تبين أن 5 آلاف مولود من بين ما يقرب من أربعة ملايين طفل يولدون كل عام في الولايات المتحدة، لديهم اضطرابات جينية أو وظيفية قابلة للعلاج إذا اكتُشفت في وقت مبكر[391]. بما أنه يُجرى فحص روتيني للأطفال حديثي الولادة في يوم ولادتهم لأكثر من عشرين مرضا، فإن السهولة الجديدة في إجراء الفحص الجيني على الأجنة يعتبر عمليا مجرد استكمال للعملية التي تُؤدى بشكل روتيني بعد الولادة مباشرة.

بيد أن الآثار الأخلاقية مختلفة تماما، ويرجع ذلك إلى أن احتمال معرفة حالة ما أو سمة معينة في الجنين يمكن أن يدفع الأهالي إلى إجراء عملية الإجهاض. في الواقع، إنهاء حالات الحمل التي تشمل أجنة مصابة باعتلالات جينية خطيرة هو أمر شائع في جميع أنحاء العالم. اكتشفت دراسة أمريكية أجريت أخيرا، على سبيل المثال، أن أكثر من 90 في المائة من النساء الأمريكيات اللواتي يكتشفن أن الجنين الذي يحملنه مصاب بمتلازمة داون يعملن على إنهاء حملهن[392]. جاء

في إحدى المقالات المعنونة بشكل استفزازي «مستقبل تحسين النسل الجديد»، التي كتبها أرماند ليروي من إمبيريال كوليج (الكلية الملكية) في المملكة المتحدة، «يشير القبول الواسع النطاق للإجهاض كممارسة لتحسين النسل إلى إمكان وجود مقاومة ضئيلة للطرق الأكثر تطورا لاختيارات تحسين النسل[393]، وبصفة عامة، هكذا كانت طبيعة الحال».

يقول العلماء إنه في غضون هذا العقد، يتوقعون تطوير القدرة على فحص الأجنة لسمات مثل لون الشعر[394] والعينين[395]، وملامح البشرة[396]، ومجموعة متنوعة من الصفات الأخرى - تشمل بعض السمات التي كان يُعتقد سابقا أنها سمات سلوكية والتي يعتقد بعض العلماء الآن أنها تمتلك عناصر جينية وافية. ويرى الدكتور ديفيد إيغيلمان، عالم الأعصاب في كلية بايلور للطب، «إذا كنت حاملا لمجموعة معينة من الجينات، فاحتمال ارتكابك لجريمة عنيفة هو أعلى بأربعة أضعاف من حالة عدم امتلاكك لتلك الجينات... الأغلبية الساحقة من السجناء يحملون هذه الجينات؛ 98.1 في المائة من السجناء المحكوم عليهم بالإعدام يحملونها أيضا»[397].

إذا اكتشف الآباء المحتملون أن تلك المجموعة من الجينات موجودة في الأجنة التي يفكرون في إجراء عمليات زراعة لها، فهل سيدفعهم ذلك إلى فصلها، أو اختيار جنين مختلف بدلا منه؟ هل سنناقش قريبا «تحسين النسل الموَّزع»؟ نتيجة لهذه التطورات ومثيلاتها، يعرب عدد من دعاة الأخلاقيات البيولوجية عن قلقهم بأن ما سماه ليروي بـ «تحسين النسل الجديد» سوف يضعنا قريبا في جولة أخرى من الخيارات الأخلاقية الصعبة[398].

يُستخدم الآن في العيادات الخاصة بعمليات التخصيب المخبري بالفعل التشخيص الجيني ما قبل الزرع (PGD) لفحص الأجنة للعلامات المرتبطة بمئات الأمراض قبل الزرع[399]. على الرغم من أن لدى الولايات المتحدة أنظمة في مجال البحوث الطبية أكثر من معظم البلدان، فإن التشخيص الجيني ما قبل الزرع (PGD) لايزال غير منظم تماما. وبالتالي، لن يتعدى الأمر أكثر من مسألة وقت حتى يُقدّم طيف واسع جدا من المعايير - تشمل عوامل مستحضرات التجميل أو العوامل الجمالية - كخيارات للآباء والأمهات لانتقائها في عملية الفحص.

أحد الأسـئلة التي برزت سـابقا تتعلق بأخلاقيات التخلص من الأجنة التي لا تُختـار للزرع. إذا جرى فحص هذه الأجنة واعتبارها صالحة، يجري تجميدها وحفظهـا لعمليات الزرع المحتملة لاحقا[400] - وهـذا خيار تختاره العديد من النسـاء اللواتي يخضعن لإجراء التخصيب المخـبري[401]. ومع ذلك، غالبا ما يتم زرع عـدة أجنة في وقت واحد من أجل تحسـين احتمالات نجـاة أحدها[402]؛ وهذا هو السبب الرئيس وراء شيوع الولادات المتعددة جراء عمليات التخصيب المخبري أكثر من حالات الولادة الطبيعية الشائعة بين السكان بشكل عام[403].

وقد وضعت المملكة المتحدة حدا قانونيا لعدد الأجنة[404] التي يمكن للأطباء زرعها، وذلك من أجل خفض عدد الولادات المتعددة وتجنب المضاعفات المرافقة لذلك على الأمهات والأطفال - والتكلفة الإضافية لنظام الرعاية الصحية. ونتيجة لذلك، تسـتخدم إحدى الشركات، وهي شركة أوكسـوجين Auxogyn، التصوير الرقمي[405] (بالارتباط مـع خوارزمية متطورة)، من أجل رصد تطور الأجنة كل خمس دقائق - من لحظة التلقيح إلى أن يجري انتقاء واحد منها للزرع. والغرض من ذلك هو اختيار الجنين المرجح أكثر للنمو[406] بطريقة سليمة وصحيّة.

من الناحية العملية، يدرك الجميع أنها ليسـت سـوى مسألة وقت قبل أن يتـم التخلص من الأغلبية العظمى من الأجنة المجمدة - الأمر الذي يثير القضية الأساسية نفسها التي تحفز الحركة لوقف عمليات الإجهاض: هل من حق الجنين في المراحـل الأولى من الحياة التمتع بجميع أشـكال الحمايـة القانونية المتاحة للأفراد بعد ولادتهم؟ مرة أخرى، بغض النظر عن الشـكوك التي تساورهم، فإن الأغلبية في كل بلد تقريبا وصلت إلى نتيجة مفادها أنه على الرغم من أن الأجنة تحـدد المرحلة الأولى من حياة الإنسـان، فإن الاختلافـات العملية بين المُضغة، أو الجنـين، والفرد هي مع ذلك كبيرة لدرجة تسـمح للمرأة الحامل بالتحكم في خيارات الإجهاض[407]. تتفق هذه الرؤية مع وجهة النظر الموازية للأغلبية في كل بلد تقريبا القائلة بأن الحكومة ليس لديها الحق في أن تطلب من المرأة الحامل أن تقوم بالإجهاض[408].

تصدر الضجة بشـأن أبحاث الخلايـا الجذعية الجنينية أيضا من مسـألة ذات صلـة. حتى إن جرى إقرار أنه من حق المرأة أن تختار إنهاء الحمل - في ظل معظم

الظـروف - هـل من المقبول أيضـا للوالدين إعطاء الإذن لإجـراء «التجارب» على الجنـين الذي منحوه بداية الحياة؟ عـلى الرغم من أن هذا الجدل لايزال بعيدا عن الحسـم، من الواضح أن أغلبية الناس في معظم البلدان تشـعر بأن الفوائد العلمية والطبية لسـحب الخلايا الجذعية من الأجنة مهمة لدرجة أنها تبرر إجراء مثل هذه التجارب[409]. في العديد من البلدان، يرتبط التبرير بقرار مسـبق بأن الأجنة المعنية سيجري التخلص منها على أي حال.

يُثيرُ اكتشاف الخلايا الجذعية غير الجنينية (الخلايا المستحثة المتعددة القُدْرات، أو خلايـا iPS) عـلى يد شـينيا ياماناكا مـن جامعة كيوتـو[410] (الذي حصل على جائزة نوبل في الطب في العام 2012)[411] حماسـا هائلا بشأن مجموعة واسعة من العلاجات الجديدة والتحسـينات الكبيرة في اكتشـاف الأدوية وإجراء الفحوصات. ولكن على الرغم من هذا الاكتشاف المثير، لايزال العديد من العلماء يرى أنه سيأتي يومٌ تُثْبت فيه الخلايا الجذعية الجنينية أنها تمتلك صفات فريدة وقدرات من شأنها تبرير اسـتمرار استخدامها[412]. لقد اسـتخدم باحثون في كلية لندن الجامعية فعلا الخلايـا الجذعية بنجاح لاسـتعادة بعض الرؤية عند الفئران المصابة بمرض شـبكية العـين الموروثـة[413]، وهم يعتقدون أن بعض أشـكال العمى عند البشر قد تصبح قريبا قابلة للعلاج[414] باسـتخدام تقنيات مشابهة. وقد استخدم باحثون آخرون في جامعة شـيفيلد الخلايا الجذعية لإعادة بناء الأعصاب في آذان الجرابيع واسـتعادة حاسة السمع لديها[415].

في العـام 2011، أثار علماء الخصوبـة في جامعة كيوتـو اليابانية ضجة عندما أعلنوا أنهم استخدموا بنجاح الخلايا الجذعية الجنينية لفأر لإنتاج الحيوانات المنوية عند زرعها في خصيات الفئران التي كانت عقيمة[416]. عندما استُخرجت الحيوانات المنوية بعد ذلك ووُضعت في بيض الفأر، نُقلت البويضات المخصبة إلى أرحام الفئران الإناث، وأسـفرت العملية عن ولادة ذريّة طبيعية يمكنها التكاثر بعد ذلك بشـكل طبيعـي. ويبنى عملهم على اخـتراق علمي إنجليزي تم في العـام 2006 أنتج من خلاله علـماء البيولوجيا في جامعة نيوكاسـل أبون تاين للمـرة الأولى خلايا منوية عاملة جرى تحويلها من خلايا جذعية وأنتجت ذريّة حيّة، على الرغم من أن الذرية كانت مصابة بِعِلل وراثية[417].

أحد الأسباب وراء جذب هذه الدراسات لكل هذا الاهتمام هو أن التقنية الأساسية نفسها، مع تطويرها واستكمالها بشكل متقن، قد توفر قريبا إمكان جعل الرجال المصابين بالعقم قادرين على إنجاب أطفال بيولوجيين[418] - وفتح المجال أمام الأزواج المثليين والمثليات في الحصول على أطفال يكونون جينيا وبيولوجيا أولادهم الحقيقيين[419]. بعض الكتّاب الذين يتصدرون عناوين الصحف استطابوا أيضا التكهن بأنه نظرا إلى أنه لا يوجد أي سبب يمنع المرأة، من الناحية النظرية، من إمكان إنتاج خلايا الحيوانات المنوية الخاصة بها باستخدام هذه التقنية: «هل سيصبح الرجال بائدين؟» في القائمة الطويلة لنتائج البحوث الجينية المثيرة للقلق فعليا، يبدو أن مصير هذا الاحتمال يقبع في أسفل القائمة، علما بأنني منحاز بالتأكيد تجاه طرح هذا التنبؤ.

مدى الحياة و«مدى الصحة»

تماما مثلما يركز العلماء الذين يعملون على الخصوبة على بداية الحياة، هناك آخرون يصبون جُلّ اهتمامهم على نهاية الحياة - وقد حققوا حتى الآن تقدما هائلا في فهم العوامل التي تؤثر في طول العمر. فهم يعملون على تطوير إستراتيجيات جديدة يأملون أن تحقق ليس فقط امتدادات كبيرة في متوسط عمر الإنسان، ولكن أيضا امتداد لما يشير إليه كثيرون باسم «مدى الصحة» - وهو عدد سنوات الحياة التي نعيشها بصحة جيدة من دون حالات وهن أو أمراض.

على الرغم من أن بضعة علماء ممن يعيشون بعيدا عن مقرّات عملهم يرون أن الهندسة الجينية قد تزيد من طول حياة الإنسان لعدة قرون[420]، فإن هناك إجماعا في الآراء بين العديد من المتخصصين في مجال الشيخوخة بأن نسبة 25 في المائة هي على الأرجح[421] المدى الممكن لهذه الزيادة. وفقا لمعظم الخبراء، فإن نظرية التطور[422] والعديد من الدراسات في مجال علم الوراثة البشرية[423] والحيوانية[424] قادتهم إلى استخلاص نتيجة مفادها أن العوامل البيئية ونمط الحياة تسهم بنحو ثلاثة أرباع عملية الشيخوخة[425] وأن الوراثة تسهم بنسبة متواضعة أكثر - أي بنسبة تقريبية تتراوح بين 20 و30 في المائة[426].

أظهرت إحدى الدراسات الأكثر شهرة بشأن العلاقة بين نمط الحياة ومدى العمر أن الحد الصارم من السعرات الحرارية يزيد من عمر القوارض بشكل كبير[427]، على الرغم من وجود جدل بشأن ما إذا كان لهذا التعديل في نمط الحياة ذات التأثير على طول العمر عند البشر[428]. وقد أظهرت دراسات أجريت أخيرا جدا أن قرود الرِّيص لا تعيش لفترة أطول مع القيود الصارمة على السعرات الحرارية[429]. هناك تمييز غير ملحوظ ولكنه مهم، ويشير إليه الخبراء من جميع التوجهات، بين مدى العمر والشيخوخة[430]. على الرغم من أنهما مترابطان بشكل واضح، فإن مدى العمر يقيس طول الحياة، في حين أن الشيخوخة هي العملية التي يسهم فيها تلف الخلايا مع مرور الوقت في خلق ظروف تضع نهاية للحياة.

بعض العلاجات المشكوك فيها إلى حد كبير، مثل استخدام هرمون النمو البشري في محاولة لإبطاء أو عكس المظاهر غير المرغوب فيها من عملية الشيخوخة[431]، قد يكون لها بالفعل آثار جانبية من شأنها تقصير مدى العمر، مثل التسبب في ظهور مرض السكري ونمو الأورام. أدت الهرمونات الأخرى التي استخدمت لمكافحة أعراض الشيخوخة - وأبرزها هرمون الأستروجين وهرمون التستوستيرون[432] - أيضا إلى خلافات بشأن الآثار الجانبية التي يمكن أن تقصِّر مدى العمر بالنسبة إلى بعض المرضى.

ومع ذلك، فقد هبَّت موجة من الحماس أثارتها أيضا دراسة أجريت في هارفارد في العام 2010 وقد أظهرت أن عملية الشيخوخة في الفئران يمكن إيقافها وحتى عكسها من خلال استخدام الإنزيمات المعروفة باسم الإنزيمات الطرفية للصبغيات telomerases، التي تعمل على حماية القسيمات الطرفية للصبغيات Telomeres - أو القلنسوة الواقية - على نهايات الصبغيات من أجل منعها من التلف. ويعرف العلماء منذ زمن طويل أن هذه القسيمات الطرفية للصبغيات تصبح أقصر مع تقدم عمر الخلايا وأن عملية التقصير هذه يمكنها في نهاية المطاف وقف تجديد الخلايا من خلال الاستنساخ. وكنتيجة للدراسة التي أجرتها جامعة هارفارد، يعمل العلماء على استكشاف إستراتيجيات لحماية القسيمات الطرفية للصبغيات بغية تأخير عملية الشيخوخة.

يحدو بعض الباحثين التفاؤل بأن الدراسات المكثفة للجينوم الكامل عند الناس الذين يتمتعون بمدى طويل للحياة قد تؤدي بَعْد إلى اكتشاف العوامل الوراثية التي يمكن استخدامها لزيادة مدى العمر عند أناسٍ آخرين[433]. ومع ذلك، فإن معظم الزيادات الكبيرة في متوسط عمر الإنسان على مدى القرن الماضي جاءت من وراء التحسينات في مجال الصحة[434] والتغذية، ومن الاكتشافات الطبية مثل اكتشاف المضادات الحيوية وتطوير اللقاحات. ومن المرجح أن يَعْمل المزيد من التحسينات في هذه الإستراتيجيات الناجحة للغاية على تحسين متوسط العمر إلى أبعد من ذلك – ربما، حسب تكهن العلماء، في معدل التحسن الذي أصبحنا معتادين عليه - وهو زيادة سنة واحدة لكل عشر سنوات تقريبا[435].

بالإضافة إلى ذلك، فإن الجهود الدولية المتواصلة لمكافحة مخاطر الأمراض المعدية تزيد أيضا من متوسط مدى العمر من خلال خفض عدد الوفيات المبكرة. ينصب جُلّ اهتمام هذا العمل الآن على أمراض الملاريا، والسل[436]، وفيروس نقص المناعة البشرية/ الإيدز، والإنفلونزا[437]، والالتهاب الرئوي الفيروسي[438]، ومجموعة متعددة مما يسمى «الأمراض الاستوائية المهملة»[439] التي بالكاد تكون معروفة في العالم الصناعي بيد أنها تصيب أكثر من مليار شخص في البلدان النامية الاستوائية وشبه الاستوائية.

جبهة المرض

هناك تقدم مشجع في الحد من عدد الوفيات بسبب مرض الإيدز كل سنة. في العام 2012، انخفض العدد إلى 1.7 مليون[440]، وهو انخفاض كبير عن ذروته في العام 2005 التي وصلت إلى 2.3 مليون. السبب الرئيس لهذا التقدم هو زيادة فرص الحصول على الأدوية - ولا سيما الأدوية المضادة للفيروسات العكسية - التي تزيد من مدى الحياة وتحسّن صحة الناس المصابين بالمرض. تتواصل الجهود الرامية إلى خفض معدل الإصابة بالتركيز على التربية الوقائية[441]، وتوزيع الواقي الذكري في المناطق المعرضة للخطر بشكل كبير[442]، والجهود المتسارعة لتطوير لقاح للمرض[443].

كما تم الحد من مرض الملاريا بشكل ملموس[444] خلال العقد الماضي بفضل مجموعة من الإستراتيجيات المنتقاة بعناية. على الرغم من أن أكبر الانخفاضات المطلقة كانت في أفريقيا، وفقا للأمم المتحدة، لايزال 90 في المائة من مجمل الوفيات الناجمة عن الملاريا تحدث في جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا - ومعظمها وفيات من الأطفال دون سن الخامسة. على الرغم من عدم نجاح المحاولة الطموحة للقضاء على الملاريا في خمسينيات القرن العشرين[445]، يعتقد الآن عدد قليل من أولئك الذين يعملون بجد للقضاء على الملاريا، بمن فيهم بيل غيتس، أن هدفهم قد يكون محققا بالفعل خلال العقود القليلة المقبلة.

لقد نجح العالم في القضاء على بلاء الجدري المخيف في العام 1980[446] وفي العام 2011 نجحت منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة في القضاء على مرض ثان، الطاعون البقري، وهو مرض قريب من الحصبة التي قتلت الماشية وغيرها من الحيوانات المشقوقة الظلف. وبما أنه كان مرضا يصيب الحيوانات، لم يحظَ مرض الطاعون البقري[447] بالاهتمام العالمي الذي حظي به مرض الجدري، ولكنه كان واحدا من الأمراض الفتّاكة التي تشكل خطرا أكثر ما يخشاه هي تلك الأسر والمجتمعات التي تعتمد على تربية الماشية.

نظرا إلى الاهتمام الكبير الذي تم إيلاؤه للأمراض المُعْدِية، فإن الأسباب الرئيسة التي تؤدي إلى الوفاة في العالم اليوم، وفقا لمنظمة الصحة العالمية، هي الأمراض المزمنة غير المعدية[448]. في السنة الأخيرة التي تتوافر عنها الإحصاءات، وهي سنة 2008، توفي ما يقرب من 57 مليون شخص في العالم، وكان ما يقرب من 60 في المائة من تلك الوفيات ناجما عن الأمراض المزمنة، بشكل أساسي أمراض القلب والأوعية الدموية، وداء السكري، ومرض السرطان، والأمراض المزمنة للجهاز التنفسي.

يشكل مرض السرطان تحديا خاصا، ويرجع ذلك جزئيا إلى أنه ليس مرضا واحدا، ولكن عدة أمراض معا. ينفق المعهد الوطني للسرطان والمعهد الوطني لأبحاث الجينوم البشري في الولايات المتحدة 100 مليون دولار في العام لقاء جهد هائل يبذل لإنشاء «أطلس جينوم السرطان»[449]، وفي العام 2012 نُشِرَت أول ثمار هذا المشروع في مجلة «الطبيعة» من قبل ما يزيد على 200 عالم ممن وصفوا بشكل مفصَّل الخصائص الجينية في أورام سرطان القولون. تعتبر دراستهم لأكثر من 224

ورما بمنزلة نقطة تحول محتملة في تطوير عقاقير جديدة من شـأنها الاستفادة من نقاط الضعف التي وجدوها في الخلايا السرطانية.

بالإضافـة إلى التركيـز عـلى التحليلات الجينيـة للسرطان، يعمـل العلماء على استكشـاف كل الإسـتراتيجيات التي يمكن تصورهـا تقريبا لعـلاج السرطان. فهم يبحثـون عن إمكانات جديـدة لإغلاق مصدر تزويد الخلايـا السرطانية بالدم[450]، وتفكيك آليات الدفاع لديها[451]، وتعزيز قدرة خلايا المناعة الطبيعية لتحديد خلايا السرطان ومهاجمتها[452]. العديد من هؤلاء العلماء متحمسٌ بشـكل خاص بشـأن الإسـتراتيجيات الجديدة التي تشمل دراسـة البروتينات - فك شيفرات[453] جميع البروتينـات التي ترجمتها جينات السرطان[454] في الأشـكال المختلفة من السرطان واستهداف الشذوذات المتعلقة بالتَّخَلُّق المتعاقب.

يشرح العلـماء أنه فيما يتميز الجينوم البـشري في الأغلب كنموذج، بيد أنه في الواقع أقرب إلى قائمة من الأجزاء أو المكونات[455]. فالعمل الفعلي للسـيطرة عـلى الوظائف الخلوية تقوم به البروتينـات التي تُجْري «محادثة» داخل الخلايا وفيـما بينها. هذه المحادثات هي في غاية الأهميـة لفهم «أمراض الأجهزة» مثل مرض السرطان.

إحدى الإسـتراتيجيات الواعدة للتعامل مع الاضطرابات الجهازية مثل السرطان وأمراض القلـب المزمنة هي تعزيز فعالية الدفاعات الطبيعية للجسـم. وفي بعض الحالات، تبدو العلاجـات الجينية الجديدة واعدة في القيام بذلك. أجرى فريق من العلماء في جامعة كاليفورنيا في معاهد غلادسـتون لأمراض القلب والأوعية الدموية في سـان فرانسيسكو تحسينا ملموسـا لوظيفة القلب في الفئران البالغة عن طريق إعادة برمجة الخلايا لاستعادة صحة عضلات القلب[456].

ولكـن في العديد إن لم يكن في معظم الحالات، فإن الإسـتراتيجية الأكثر فاعلية لمكافحة الأمراض المزمنة هي إجراء تغييرات في أنماط الحياة[457]: الحد من استخدام التبـغ، والحد من التعرض للمـواد المسرطنة والمواد الكيميائيـة الضارة الأخرى في البيئـة، والحد من السـمنة من خلال اتبـاع نظام غذائي أفضل وممارسـة الرياضة بشـكل أكبر، و - على الأقل بالنسبة إلى الأشخاص الذين لديهم حساسية تجاه الملح - الحد من استهلاك الصوديوم من أجل خفض فَرْط الضغط (أو ارتفاع ضغط الدم).

البدانة - التي تعتبر أحد العوامل الرئيسة التي تسبب أمراضا مزمنة متعددة - كانــت محور الأخبار المحبطة في العام 2012 عندما نشرت المجلة الطبية البريطانية «لانســيت» سلسلة من الدراســات تشــير إلى أن أحد العوامل الرئيسة التي تؤدي إلى الســمنة هو الخمول البدني وأنماط الحياة التي تتطلب الجلوس لفترات طويلة، بدأت تنتشر الآن من أمريكا الشــمالية وأوروبا الغربيــة إلى بقية أنحاء العالم[458]. حلــل الباحثــون إحصائيات من منظمة الصحة العالمية لإثبــات أن أكثر الناس الآن يفقدون حياتهم كل عام بســبب ظروف مرتبطة بالخمول البدني أكثر ممن يتوفون بسبب التدخين[459]. تشير الإحصائيات إلى أن واحدة من كل عشر حالات وفاة على مستوى العالم هي الآن نتيجة لأمراض ناجمة عن الخمول المستديم[460].

بيد أن هناك أســبابا وجيهة للأمل في أن الإستراتيجيات الجديدة التي تجمع بين المعرفة مــن ثورة علوم الحياة والأدوات الرقمية الجديــدة لرصد الحالات المرضية، والصحــة، والعافية قد تنتشر من الدول المتقدمــة مثلما تباع الهواتف الذكية الأقل تكلفــة على نطاق واســع في جميع أنحاء العالم. قد يكون لاســتخدام المســاعدات الرقمية الذكية في إدارة الأمراض المزمنة (وكمدربين للعافية) تأثير إيجابي للغاية.

في الــدول المتقدمة، هناك الآن العديد من تطبيقــات الهواتف الذكية التي تســاعد أولئك الذيــن يرغبــون في مراقبة عدد الســعرات الحراريــة[461] التي يســتهلكونها، وأنــواع الطعام التــي يأكلونهــا، وكمية التماريــن الرياضية التي يمارســونها، وعدد ســاعات النوم التي يحصلــون عليها (بعــض عُصَابات الرأس الجديدة[462] تســجل عدد ساعات النوم العميق، أو نوم حركات العين السريعة REM، التي يحصلون عليها)، وحتى مقدار التقدم الذي يحرزونه في التعامل مع الإدمان على مواد مثــل الكحول، والتبغ، والأدوية الموصوفة لهم. يجري التعامل أيضــا مع الاضطرابات المزاجية[463] والأمراض النفســية الأخرى بواســطة برامج المراقبــة الذاتية. خــلال دورة الألعاب الأولمبية الصيفية للعــام 2012 في لندن، قامت بعض شركات التكنولوجيا الحيوية التي تحاول تحسين أجهزتها الخاصة في تتبــع الصحة بإقناع عدد من الرياضيين باســتخدام أجهزة رصد معدل الغلوكوز وأجهــزة رصد النوم، وتســلم التحليلات الجينية المصممة لتحســين احتياجاتهم الغذائية الفردية[464].

هـذا الرصد لا يقتصر على الرياضيين. الأجهزة الرقمية الشـخصية لرصد معدل ضربات قلب المرضى[465]، وغلوكوز الدم، وأكسجة الدم، وضغط الدم، ودرجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، ومسـتويات الدهون في الجسم، وأنماط النوم، واستخدام الدواء، وممارسـة التماريـن الرياضية، والكثير غيرها تغدو أكثر شـيوعا. التطورات المسـتجدة في تكنولوجيـا النانـو والبيولوجيـا الاصطناعية تحمـل في طياتها أيضا احتمالات لمزيد من الرصد المسـتمر المتطور من المجسـات داخل الجسـم. يجري تصميـم الروبوتـات النانوية لرصد التغـيرات في مجرى الدم والأعضـاء الحيويـة، والإبلاغ عن المعلومات بشكـل دائـم[466].

يعتقـد بعض الخـبراء، ومن بينهـم الدكتـور هـ. غيلبرت ويلش من دارتموث، مؤلف كتاب «التشخيص المفرط: جعل الناس مرضى في السعي وراء الصحة»، أننا في خطر من جـراء التمادي في رصد وتحليل البيانات للأفراد الذين يتتبعون مؤشراتهم الحيوية وأكـثر من ذلك: «الرصد المتواصل ليس إلا طريقـة[467] للحكم علينا بأننا «مرضى». وعندما نحكم على أنفسـنا بأننا مرضى، نسعى إلى طلب التدخل». يعتقد ويلـش وآخرون أن العديد من هذه التدخلات تبدو مُكْلفة وغير ضرورية. في العام 2011، على سـبيل المثال، نصح الخـبراء الطبيون الأطباء بالتوقف عن الاسـتخدام الروتيني لاختبار مسـاند مستضدي جديد ومتطور للكشف عن سرطان البروستات على وجه التحديد لأن التدخلات الناجمة كانت على ما يبدو تضر أكثر مما تنفع[468].

التسـجيل الرقمي للكائنات البشرية، وإنشـاء ملفات كبـيرة تحوي معلومات مفصّلة بشـأن تركيبتها الجينية والبيوكيميائية وسـلوكها، سـيتطلب أيضا الاهتمام بذات المسائل المتعلقة بالخصوصية وأمن المعلومات التي ناقشناها في الفصل الثاني. ولـذات الأسـباب فإن هذه البيانـات الغنية مفيدة جدا بالفعل في تحسـين كفاءة الرعايـة الصحية وتخفيض التكاليف الطبيـة، وينظر إليها أيضا على أنها ذات قيمة عالية لشركات التأمـين[469] وأرباب العمل[470] الحريصين غالبا على قطع علاقاتهم مـع العملاء والموظفين الذيـن يمثلون مخاطـر عالية بالنسـبة إلى الفواتير الطبية الكبيرة. وتقوم نسـبة عالية مـن أولئك الذين يمكن أن يسـتفيدوا من الاختبارات الجينية بالفعل برفض جمع المعلومات عنهم خشـية من أن يفقدوا وظائفهم و/ أو تأمينهم الصحي[471].

قبل بضع سنوات، أقرت الولايات المتحدة قانونا اتحاديا يُعرف بقانون عدم التمييز في المعلومات الجينية، الذي يحظر الإفصاح عن المعلومات الجينية أو استخدامها في غير موضعها السليم[472]. بيد أنه من الصعب تطبيق القانون[473]، والثقة في حماية القانون متدنية[474]. حقيقة إن شركات التأمين وأرباب العمل يدفعون في العادة معظم نفقات الرعاية الصحية[475] - بما في ذلك الاختبار الجيني- تعزز أكثر خوف المرضى والموظفين من أن معلوماتهم الجينية قد لا تبقى سرية. يعتقد الكثيرون أن توافر المعلومات على شبكة الإنترنت يجعلها عرضة للكشف على أي حال. لقد فَشِل قانون الولايات المتحدة الذي يحكم السجلات الصحية[476]، وهو قانون نقل التأمين الصحي والمحاسبة، في ضمان وصول المرضى إلى السجلات التي جُمِعت من عمليات الزرع الطبية الخاصة بهم بينما تسعى الشركات إلى الاستفادة من المعلومات الطبية الشخصية.

بيد أن هذه التقنيات للتتبع الذاتي - التي تعتبر جزءا مما يسمى حركة القياس الكمي الذاتي - توفر إمكانية فصل إستراتيجيات تعديل السلوك التي كانت مرتبطة تقليديا بالعيادات الطبية بشكل مستقل وتطبيقها خارج النطاق المؤسسي[477]. نفقات الاختبارات الجينية آخذة في الارتفاع بسرعة مع تواصل تدنّي أسعار هذه الاختبارات، ومع استمرار موجة الطب الشخصي في المضي قدما[478] بسرعة متنامية.

قد تجد الولايات المتحدة صعوبة بالغة في إجراء التحوُّل إلى الطب الدقيق بسبب اختلال توازن القوى والتحكم غير السليم للشركات بعملية صنع القرار في ما يخص السياسة العامة، كما أوضحنا في الفصل الثالث. هذا الفصل ليس عن نظام الرعاية الصحية في الولايات المتحدة. غير أنه من المثير للاهتمام أن نلاحظ أن أوجه القصور الصارخ، وعدم المساواة، والتكاليف غير المعقولة للنظام الأمريكي يجري تسليط الضوء عليها بالاتجاهات النامية في مجال علوم الحياة. على سبيل المثال، لا تغطي العديد من أنظمة الرعاية الصحية[479] نفقات الوقاية من الأمراض وتعزيز العافية، لأنها تدفع بشكل أساسي تعويضات للتدخلات الطبية المكلفة بعد أن تصبح صحة المريض في خطر فعلا. مشروع قانون إصلاح نظام الرعاية الصحية الجديد الذي سنّه الرئيس أوباما يطلب تغطية للرعاية الوقائية[480] في إطار خطط الرعاية الصحية في الولايات المتحدة للمرة الأولى.

كما يعلم الجميع، فـإن الولايات المتحدة تنفق[481] على الرعاية الصحية للفرد أكـثر بكثير مما ينفقه أي بلد آخر فيما تحقق نتائج أسـوأ مـن العديد من البلدان الأخـرى التي تدفع أقل بكثير[482]، ولايزال عـشرات الملايين لا يحصلون على القدر المعقـول من الرعاية الصحية[483]. في ظل عدم وجـود أي خيار آخر، ينتظر هؤلاء أحيانا كثيرة إلى أن تسوء حالتهم إلى درجة خطيرة حتى يذهبوا إلى عيادات الطوارئ، حيـث تكون تكلفة التدخل الطبي عالية جدا[484] وفرص نجاحه متدنية جدا[485]. الإصلاحات التي سُنّت أخيرا سوف تحسّن إلى حد كبير بعض هذه العيوب[486]، بيد أن المشاكل الأساسية من المرجح أن تزداد سوءا[487] - ويعود ذلك بشكل رئيس إلى أن شركات التأمين، وشركات الأدوية، وغيرها من الجهات التي تقدم الرعاية الصحية تسيطر بشكل كامل تقريبا على تصميم سياسة الرعاية الصحية.

قصة التأمين

تعود نشأة تجارة التأمين إلى الماضي البعيد أيام روما القديمة[488] واليونان[489]، حيـث كانت بوليصات التأمـين على الحياة مشـابهة لما يُعرف اليوم باسـم تأمين الدفن[490]. لم ترَ بوليصات التأمين العصرية الأولى النور حتى القرن السابع عشر في إنجلترا[491]. أدى تطوير شبكات السكك الحديد الواسعة[492] في الولايات المتحدة في ستينيات القرن التاسع عشر إلى بوليصات تأمين محدودة للحماية ضد الحوادث على خطوط السـكك الحديدية والبواخر، وأدى ذلك - بدوره - إلى ظهور أول بوليصات التأمين للحماية ضد المرض في تسعينيات القرن التاسع عشر.

ثـم، في أوائـل ثلاثينيات القـرن العشرين، عندما بدأ التقـدم في مجال الرعاية الطبيـة يتطلب تكاليف مالية تفوق إمكانـات العديد من المرضى[493] عرضت أول مجموعة مهمة من بوليصات التأمين الصحي عن طريق أول المنظمات غير الربحية: مثل بلو كـروس (الصليب الأزرق) Blue Cross لدفع رسـوم المستشـفيات[494]، وبلو شـيلد (الدرع الزرقاء) Blue Shield لدفع رسـوم الأطباء. وكان جميع المرضى يدفعون نفس أقسـاط التأمين بغض النظر عن العمر أو الحالات المرضية الموجودة قبـل التأمـين[495]. أدى نجاح منظـمات البلوز (الـزرق) Blues للتأمين إلى دخول شركات التأمـين الصحي الخاصة السـاعية إلى الربح إلى هذه السـوق، التي بدأت

بفرض أقساط تأمين مختلفة للناس استنادا إلى حسابات المخاطر المشمولة بالتأمين - كما أن هذه الشركات كانت ترفض تأمين الأشخاص الذين يمثلون درجة عالية من المخاطر غير المقبولة. وسرعان ما أجبرت المنافسة الجديدة لتحقيق الربح شركتي بلو كروس وبلو شيلد على ربط أقساط التأمين بنسبة المخاطر.

عندما كان الرئيس فرانكلين روزفلت يُعدّ حزمة الإصلاحات ضمن برنامجه «الصفقة الجديدة»، اتخذ مرتين خطوات أولية - في العام 1935 [496] ومرة أخرى في العام 1938 - لإدراج خطة الضمان الصحي الوطني كجزء من أجندته التشريعية. بيد أنه في كلتا المناسبتين كان يخشى المعارضة السياسية للجمعية الطبية الأمريكية[497]، ويسحب الاقتراح من خططه خشية أن تعطّل ما كان يعتبره أولويات أكثر إلحاحا[498] في خضم فترة الكساد الأعظم: وهي تعويضات البطالة والضمان الاجتماعي. التشريع الذي تقدم به السناتور الديموقراطي في نيويورك روبرت واغنر في العام 1939 كان بمنزلة فرصة ثالثة خيالية دونكيشوتية للمضي قدما، بيد أن روزفلت[499] اختار عدم مساندة التشريع.

خلال الحرب العالمية الثانية، ومع سيطرة الحكومة على الأجور (والأسعار)[500]، بدأ أرباب العمل في القطاع الخاص بالتنافس على الموظفين، الذين كانوا عملة نادرة بسبب الحرب آنذاك، من خلال تقديم التأمين الصحي الشامل للموظفين. ثم بعد الحرب، بدأت النقابات العمالية تضع مطالب لتوسيع نطاق الضمان الصحي كجزء من عقود العمل التي يُتَفاوض عليها[501] مع أرباب العمل.

سعى خليفة الرئيس روزفلت، هاري ترومان، إلى إحياء فكرة الضمان الصحي الوطني، غير أن المعارضة في الكونغرس[502] - التي تغذيها مرة أخرى الجمعية الطبية الأمريكية AMA- عملت على ضمان موتها من دون حسرة. ونتيجة لذلك، فإن النظام الهجين للتأمين الصحي القائم على مصلحة صاحب العمل أصبح النموذج الأساس[503] في الولايات المتحدة. ونظرا إلى أن كبار السن وأصحاب الإعاقة من الأميركيين كانوا يجدون صعوبة في الحصول على التأمين الصحي بأسعار معقولة في إطار هذا النظام، جرى تطبيق برامج حكومية جديدة لمساعدة كلتا هاتين الفئتين[504].

بالنسبة إلى بقية البلاد، فإن أولئك الذين هم في أمس الحاجة إلى التأمين الصحي يجـدون صعوبة بالغـة في الحصول عليه[505]، أو دفع تكاليفـه عندما يجدونه. في الوقت الذي أصبحت فيه العيوب المتأصلة في هذا النموذج والتناقضات التي تعتريه واضحة للعيان، انحدر النظام السـياسي الأميركي إلى درجـة أن الشركات التي لديها مصلحة في رؤية هذا النظام مستمرا كانت تتمتع بنفوذ هائل بحيث لا يمكن القيام بأي شيء لتغيير بنيته الأساسية.

مـا عدا بعض الاسـتثناءات النـادرة، لم يعد في مقدور أغلبيـة المشرعين خدمة مصلحـة الشـعب، لأنهم يعتمدون إلى درجـة كبيرة على التبرعـات التي تقدم إلى الحمـلات الانتخابيـة من مصالح هذه الـشركات، وهم عاجـزون أمام مجموعات الضغط التي لا تتوقف. ولا يشـترك عامة الناس بشـكل فعَّـال في هذا النقاش، إلا لناحية استيعاب الرسـائل المتواصلة التي تأتيهم من نفس مصالح الشركات - وهي رسـائل مصممة لتكييـف الجمهور لدعم ما تريد جماعـات الضغط الخاصة بهذه الشركات القيام به.

الأغذية المعدَّلة جينيا

التصلب نفسه في الديموقراطية هو الذي يقف الآن حجر عثرة في وجه المواءمة المنطقيـة مع موجة التغييرات التي تتدفق من جرَّاء ثورة علوم الحياة. فمثلا، حتى إذا أظهرت اسـتطلاعات الرأي باسـتمرار أن ما يقرب من 90 في المائة من المواطنين الأمريكيـين يعتقـدون أن الأغذية المعدَّلـة وراثيا يجب أن توضـع عليها ملصقات تعريفيـة بهذه المنتجات[506]، تبنى الكونغرس الأميركي وجهة النظر التي تنادي بها الشركات الزراعية العملاقة[507] - بأن الملصقات التعريفية لا لزوم لها وسـوف تضر بـ«الثقة في الإمدادات الغذائية».

ومـع ذلـك، فإن معظم الـدول الأوروبيـة[508] تلزم بالفعل وضـع مثل هذه الملصقـات التعريفية. أثـارت الموافقة التي صدرت أخيرا على إنتاج مادة البرسـيم (نبات الفِصَّة) المعدَّلة جينيا [509] في الولايات المتحدة موجة اسـتنكار عارمة فاقت كل التوقعات، وأصبحت الحملة التي تحمل اسم «ضع ملصقا عليها» محور الحراك الشـعبي الجديد الذي يطالب بوضـع ملصقات تعريفية عـلى المنتجات الغذائية

المعدَّلة جينيا (GM) في الولايات المتحدة، التي تخصص مساحة من الأراضي لزراعة المحاصيل المعدَّلة جينيا تبلغ ضعف المساحة المخصصة في أي بلد آخر[510]. وقد أفشل الناخبون في ولاية كاليفورنيا في العام 2012 استفتاء يطالب بوضع مثل هذه الملصقات[511]، بعدما أنفقت مصالح الشركات 46 مليون دولار على الإعلانات التجارية المناهضة، التي بلغ حجمها خمسة أضعاف حجم الإعلانات المؤيدة التي روج لها أنصار الاستفتاء. وعلى رغم ذلك، وبما أن ما يقرب من 70 في المائة من الأغذية المُعالجة[512] في الولايات المتحدة تحتوي على الأقل بعض المحاصيل المعدَّلة جينيا، فإن هذا الجدل سيظل قائما.

ولإعطاء خلفية عن الموضوع، فإن التعديل الجيني للنباتات والحيوانات، ليس بالأمر الجديد على الإطلاق[513]، حسبما يؤكد في أكثر الأحيان أنصاره المتحمسون. معظم المحاصيل الغذائية التي يعتمد عليها البشر منذ ما قبل فجر الثورة الزراعية كانت معدًّلة جينيا خلال العصر الحجري عن طريق الاستيلاد الانتقائي الحذر[514] - الذي قام، على مدى أجيال عديدة، بتعديل البنية الجينية للنباتات والحيوانات المعنية لتجسيد السمات التي لها قيمة عند البشر. وعلى حد تعبير نورمان بورلوغ، «سرَّعت نساء العصر الحجري التعديلات الجينية بالنباتات في عملية تدجين أنواع محاصيلنا الغذائية»[515].

من خلال استخدام التكنولوجيات الجديدة لربط الجينات وغيرها من أشكال الهندسة الوراثية، فإننا - وفقا لوجهة النظر هذه - نسرِّع بالفعل ونرفع من كفاءة هذه الممارسة الراسخة منذ عصور[516] والتي أثبتت فوائدها وندرة آثارها الجانبية الضارة إن وجدت. وهناك خارج أوروبا (والهند) توافق في الآراء بين معظم المزارعين، والشركات الزراعية، وصناع القرار بأن المحاصيل المعدَّلة جينيا آمنة ويجب أن تكون جزءا أساسيا من إستراتيجية العالم للتعامل مع نقص الغذاء المتوقع.

غير أنه مع نشوء الجدل حول الكائنات الحيّة المعدَّلة جينيا، يشير معارضو هذه الممارسة إلى أن الهندسة الجينية على جميع أنواعها لم تنتج على الإطلاق أي زيادة في الغلة الجوهرية للمحاصيل[517]، كما أنهم أثاروا على الأقل بعض المخاوف الخاصة بالنظم الإيكولوجية التي لا يمكن تجاهلها بسهولة[518]. ويرى المعارضون أن إدخال الجينات الغريبة في جينوم آخر هو في الواقع أمر يختلف عن عملية الاستيلاد

الانتقائي، لأن ذلك يعطِّل النمط الطبيعي للشـــفرة الجينية للكائن الحي ويمكن أن تسبب[519] في حدوث طفرات غير متوقعة.

كان أول المحاصيل المعدَّلة جينيا للتســـويق التجاري شكلا جديدا من الطماطم المعروفة باسم فليفر سيفر[520] FLAVR SAVR، والتي جرى تعديلها لتظل متينة لفـــترة أطول مـــن الوقت بعد أن تكون قد نضجت[521]. بيـــد أن الطماطم لم تنجح بســـبب ارتفاع التكاليف. وتسبَّب رفْضُ المستهلكين[522] لمعجون الطماطم المصنوع مـــن هـــذه الطماطم (التي كان عليها ملصق واضح بأنهـــا منْتَج معدّل جينيا GM) أيضا، في فشل هذا المنتج.

اســـتُخدم الاستيلاد الانتقائي لإجراء تغيير مبكِّر في سمات الطماطم التجارية من أجل إنتاج طماطم لها قعر أقل دائرية وأكثر تسطحا وذلك لتتناسب[523] مع إدخال الأتمتـــة في عمليـــة الحصاد. وهذا النـــوع الجديد من الطماطـــم كان أكثر ثباتا على الســـيور الناقلة ولا يتدحرج خارجها، وكان سهل التعبئة في صناديق الشحن، وكانت قشرته الأكثر صلابة تمنع الآلات من ســـحق الطماطم. وكانت تسمى هذه الطماطم أحيانا «الطماطم المربعة»، علما أنها لم تكن مربعة بالفعل.

حتـــى التعديل الأبكر للطماطم، في العام 1930، الذي اســـتخدم أيضا عملية الاســـتيلاد الانتقـــائي، كان تعديلا نجم عنه مـــا يعتبره معظم عشـــاق الطماطم الفقـــدان الكارثي للنكهة في الطماطـــم العصريـــة[524]. كان المقصود من التغيير تعزيز عملية التسويق الشـــامل وتوزيع الطماطم من خلال ضمان أنها جميعها تتمتع بـ«اللون الأحمر» وقد نضجت بشـــكل موحد، من دون وجود «الأكتاف» الخضراء على قشرة الطماطم العلوية التي يعتبرها المستهلكون أحيانا علامة على أن الطماطـــم لم تنضج بعد. اكتشـــف الباحثون العاملـــون على جينوم الطماطم المتسلســـل حديثا في العام 2012 أن إزالة المورثة المرتبطة بالأكتاف الخضراء من الطماطم تُزيل أيضا قدرة النبات على إنتاج معظم السكريّات التي كانت تعطي معظم الطماطم ذلك الطعم اللذيذ.

عـــلى الرغم من أن مثل هذه التجارب، التـــي توضح كيف أن التغييرات الرامية إلى تأمين الراحة والربحية للشركات الكبيرة تؤدي في نهاية المطاف أحيانا إلى إحداث تغيـــيرات وراثية أخرى يبغضها معظم النـــاس، تبنى المزارعون في جميع أنحاء العالم

- مـا عدا الاتحاد الأوروبي - المحاصيل المعدَّلة جينيا بمعدل متسـارع. ما يقرب من 11 في المائـة من كل الأراضي الزراعية في العالم[525] كانت مزروعة بمحاصيل معدَّلة وراثيا في العام 2011، وفقا لمنظمة دولية تشجع على الكائنات الحيّة المعدَّلة وراثيا GMOs، وهي الخدمة الدولية لحيازة تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الزراعية. على مدى السـنوات السـبع الماضية، ازداد عدد الهكتارات المزروعة بالمحاصيل المعدَّلة وراثيا[526] إلى ما يقرب من 100 ضعف، وكانت مساحة الـ 400 مليون فدان تقريبا المزروعة في العام 2011 تمثل زيادة قدرها 8 في المائة عن السنة التي سبقتها.

عـلى الرغـم مـن أن الولايات المتحـدة هي المنتـج الأكبر على الإطـلاق[527] للمحاصيـل المعدَّلة وراثيـا، فإن البرازيـل والأرجنتين أيضا ملتزمتان بشـدة بهذه التكنولوجيـا. اعتمدت البرازيـل، على وجه الخصوص، نظام موافقة سريع المسـار بالنسـبة إلى الكائنات الحيّة المعدَّلة وراثيا، وتنتهج إسـتراتيجية موجَّهة بشكل كبير نحـو الاسـتفادة القصوى من التكنولوجيـا الحيوية في الزراعـة. في البلدان النامية بشـكل عام يتزايد اعتماد المحاصيل المعدَّلة بسرعة تفوق بمرتين سرعة اعتمادها في الاقتصـادات الناضجة. إذ يقدر بنحـو 90 في المائة من بين 16.7 مليون مزارع ممن يعملـون في زراعـة المحاصيل المعدَّلـة وراثيا في ثلاثين بلدا تقريبـا كانوا من صغار المزارعين في الأسواق النامية.

فـول الصويا المعدَّل جينيـا، الذي جـرى تصميمه لتحمُّـل ومقاومة مبيدات الأعشـاب التي تحمل الاسـم التجاري راوند أب Roundup التي تستخدمها شركة مونسانتو الأمريكية، هو أكبر المحاصيل المعدَّلة وراثيا على مستوى العالم[528]. الذرة corn هو ثاني المحاصيل المعدَّلة وراثيا[529] التي تزرع على نطاق واسع، على الرغم مـن أنها الأكـثر زراعة في الولايات المتحدة maise هو المصطلح الذي يسـتخدم لما يسـمى الـذرة corn في الولايات المتحدة، وغالبا ما تسـتخدم كلمة «الذرة» corn خارج الولايات المتحدة للإشـارة إلى أي محصول من الحبوب). في الولايات المتحدة 95 في المائـة من فـول الصويا[530] المـزروع و 80 في المائة من الـذرة corn تُزرع من البذور الحاصلة على بـراءة اختراع والتي يجب على المزارعين شراؤها من شركة مونسانتو أو أحد وكلائها المعتمدين[531]. القطن هو ثالث المحاصيل المعدَّلة وراثيا الذي يزرع على المسـتوى العالمـي، ونبات الكانولا (المعروف باسـم «بذر اللفت»

خارج الولايات المتحدة)[532] هو المحصول الآخر المعدَّل جينيا الأكثر زراعة في العالم.

علـى الرغم مـن أن علم النباتات المعدَّلـة وراثيا يتقدم بسرعة، فـإن الغالبية العظمـى من المحاصيـل المعدَّلة وراثيا التي تزرع اليوم لاتـزال من الأجيال الثلاثة الأولى، أو الموجـات الأولى، مـن االتكنولوجيا[533]. الموجة الأولى، بدورها، تشـمل المحاصيل المعدَّلة وراثيا التي تقع في ثلاث فئات مختلفة:

- إدخال الجينات التـي تعطي الذرة[534] corn والقطن القدرة على إنتاج المبيدات الحشرية الخاصة بها داخل النباتات.
- إدخـال جينات إلى الذرة[535] والقطن، والكانولا، وفول الصويا من شـأنها أن تجعل النباتـات قادرة على مقاومـة اثنين من المواد الكيميائية الموجودة في مبيدات الأعشـاب الضارة المسـتخدمة على نطاق واسع التي تنتجها شركة - مونسانتو - نفسها التي تهيمن على البذور المعدَّلة وراثيا.
- إدخال جينـات مصممة لتعزيز قابلية البقـاء لدى المحاصيل خلال فترات الجفاف[536].

بشـكل عام، يشـير المزارعون الذين يسـتخدمون الموجة الأولى من المحاصيل المعدَّلـة وراثيا إلى تخفيضـات أولية في كلفة الإنتـاج[537] - ويرجع ذلك جزئيا إلى الاسـتخدام الأقل مؤقتا للمبيـدات الحشرية - والأضرار الأقـل مؤقتا للحشرات أو الأعشاب الضارة. يصب الجزء الأكبر من المنافع الاقتصادية أيضا في مصلحة مزارعي القطن الذين يستخدمون سلالة صُممت لإنتاج المبيدات الحشرية الخاصة بها[538] (العَصَويَّة التُّورِنْجيَّة المعروفة بشـكل أفضل باسـم بي تي BT). في الهند جعل قطن البـي تي BT الجديـد الدولة مُصدِّرة فعلية[539] للقطن، بدلا من مسـتوردة، وكان عامـلا في المضاعفـة الأوليـة لغلال القطن بسـبب الأضرار الأقـل مؤقتا للحشرات والأعشـاب الضارة. بيد أن العديد من مزارعي القطـن الهنود بدأوا الاحتجاج على التكلفة العالية للبذور المعدَّلة وراثيا[540] التي يجب أن يشـتروا كمية جديدة منها كل عام، والتكلفة العالية لمبيدات الأعشـاب التي يجب أن يسـتخدموها بكميات أكبر مع زيادة مقاومة الأعشـاب الضارة لهـا. أصدرت لجنة برلمانية في الهند تقريرا مثـيرا للجـدل في العام 2012، أكـدت فيه أن «هناك علاقة بـين قطن البي تي BT

وانتحار المزارعين» وأوصت بـ«الوقف الفوري بأي شكل من الأشكال[541]» للتجارب الميدانية للمحاصيل المعدَّلة جينيا.

تؤيد الدراسات العلمية الجديدة - التي تشمل تقريرا شاملا صادرا عن المجلس الوطني للبحوث في الولايات المتحدة في العام 2009 - الانتقاد الذي تقدم به معارضو المحاصيل المعدَّلة وراثيا بأن الغلة الجوهرية للمحاصيل الزراعية ذاتها لم تزد على الإطلاق[542]. على العكس من ذلك، شهد بعض المزارعين غلة محصول جوهرية أقل بشكل طفيف بسبب التغييرات المصاحبة غير المتوقعة في الشفرة الوراثية للنباتات[543]. الاستيلاد الانتقائي، من ناحية أخرى، يقف وراء الزيادات الباهرة والإسعافية في غلال الثورة الخضراء. البحوث الجديدة التي قامت بها شركة إسرائيلية، اسمها كاييما Kaiima، في مجال التكنولوجيا غير المعدَّلة وراثيا المعروفة باسم «الصيغة الصبغية المعززة» (التحريض، الاستيلاد الانتقائي، والتعزيز الطبيعي لإحدى السمات التي تنتج أكثر من مجموعتين من الكروموسومات في كل نواة خلية) تنتج محاصيل أكثر وذات مقاومة أكبر لآثار الجفاف[544] في مجموعة متنوعة من المحاصيل الغذائية وغيرها من المحاصيل. تظهر التجارب الميدانية الأخيرة التي أجرتها شركة كاييما Kaiima أكثر من 20 في المائة زيادة في محصول الذرة corn وأكثر من 40 في المائة في محصول القمح.

لم يُنْتِج التعديل الجيني للمحاصيل، في المقابل، حتى الآن تعزيزات تُذكر في قابلية البقاء في أثناء فترات الجفاف. في حين تَعدُ بعض السلالات التجريبية المعدّلة جينيا، من الناحية النظرية، بزيادة غلال المحاصيل خلال فترات الجفاف[545]، غير أن هذه السلالات لم يجر تقديمها في إطار التسويق التجاري، وقد أثبتت جداول الاختبارات وجود تحسينات طفيفة فقط في المحاصيل حتى الآن، وخلال حالات الجفاف المعتدلة فقط. بسبب الانتشار المتزايد للجفاف جراء ظاهرة الاحترار العالمي، هناك اهتمام كبير في السلالات المقاومة للجفاف، وخاصة بالنسبة إلى الذرة[546]، والقمح، والمحاصيل الأخرى في البلدان النامية. ولكن مع الأسف، يظهر أن مقاومة الجفاف أضحت تشكل تحديا معقدا للغاية لعلماء الوراثة عند النبات، لأنها تشمل مزيجا من العديد من الجينات التي تعمل بعضها مع بعض بطرق معقدة[547] لاتزال غير مفهومة بشكل جيد.

بعد تحليل واسـع للتقـدم الذي أُحرز في المحاصيل المقاومـة للجفاف المعدَّلة وراثيا، اكتشـف اتحاد العلماء المهتمين «دليلا طفيفا على التقدم في جعل المحاصيل أكثر كفاءة بالنسـبة إلى المياه. وقد وجدنا أيضا أن الاحتمالات الشـاملة في أن تقوم الهندسة الوراثية بمعالجة تحديات الجفاف واستخدام المياه في الزراعة بشكل فعال محدودة في أحسن الأحوال»[548].

تتعلق الموجة الثانية مـن المحاصيل المعدَّلة وراثيا بعملية إدخال جينات تعزز القيمة الغذائية[549] للنباتات. وهي تشـمل هندسـة محتـوى عال من البروتين في الذرة maise التي تسـتخدم بشـكل أسـاسي لعلف الماشـية[550]، وهندسة سلالة جديدة من الأرز الذي ينتج كمية إضافية من فيتامين (أ)[551] كجزء من إستراتيجية لمكافحـة نقص فيتامين(أ) الذي يصيب حاليا مـا يقرب من 250 مليون طفل حول العـالم. وتتعلق هذه الموجة الثانيـة أيضا بعملية إدخال جينـات مصممة لتعزيز مقاومة النباتات لأنواع محددة من فطريات وفيروسات النباتات[552].

تشـمل الموجـة الثالثة من المحاصيـل المعدَّلـة وراثيا[553]، التـي بدأ حالا تسـويقها تجاريا، عملية تعديل النباتات من خـلال إدخال الجينات التي تبرمج إنتاج المواد داخـل النباتات التي لها قيمة تجارية كمدخلات في عمليات أخرى، بما في ذلك المدخلات الدوائية والبوليمرات البيولوجية من أجل إنتاج البلاسـتيك البيولوجـي القابل للتحلل بيولوجيا والقابل لإعادة التدوير بسـهولة. وتشـمل هـذه الموجة الثالثة أيضا محاولة لإدخال جينات تعدِّل النباتات ذات السِلُّولوز واللغْنين المرتفع[554] من أجل جعلها أسهل للمعالجة لإنتاج الإيثانول السليلوزي. هناك آمال مثيرة معقودة على ما يسمى البلاستيك الأخضر، لكن كما هي الحال مـع المحاصيل المخصصة لإنتاج الوقود الحيوي، فإنها تثير تسـاؤلات حول حجم الأراضي الصالحة للزراعـة التي يمكن بأمان أو بحكمة تحويلها عن إنتاج الغذاء في عالم يشهد زيادة في تعداد السكان والاستهلاك الغذائي[555]، وتضاؤلا في أصول (موارد) التربة السطحية والمياه لأغراض الزراعة.

على مدى العقدين المقبلين، يعتقد علماء البذور أنهم قد يستطيعون إطلاق موجـة رابعة من المحاصيل المعدَّلـة وراثيا عن طريق إدخـال جينات التركيب الضـوئي للذرة (وغيرها مما يسـمى نباتات C4) الأكثر كفـاءة في عملية تحويل

الضـــوء إلى طاقـــة في النباتات مثل القمـــح والأرز (ونباتـــات C3 الأخرى). وإذا نجحـــوا – وهـــو أمر غير مؤكد على الإطلاق نظرا إلى التعقيد غير المســبوق لهذا التحـــدي[556] - فـــإن هذه التقنية قد تحقق بالفعل زيـــادات جوهرية مهمة في غلال المحاصيل. غير أنـــه في الوقت الراهن، لا تتعدى الفوائد الصافية الإجمالية من المحاصيل المعدَّلة وراثيا التخفيف المؤقت من أضرار الآفات[557] والانخفاض المؤقت في نفقات المبيدات الحشرية.

في العـــام 2012، أطلقـــت إدارة أوباما في الولايات المتحـــدة مخططها للاقتصاد الحيـــوي الوطني[558]، الذي صمم خصيصا لتحفيز الإنتاج – وشراء الحكومة - لتلك المنتجات. وتبنت المفوضية الأوروبية إستراتيجية مماثلة قبل شهرين. انتقدت بعض الجماعات المدافعة عن البيئة كلتا الخطتين على حد ســـواء وذلك نظرا إلى المخاوف المتزايدة حول تحويل الأراضي الزراعية عن إنتاج الأغذية وتدمير الغابات الاستوائية لتوفير مزيد من الأراضي الزراعية.

يـــرى معارضو المحاصيل المعدَّلة وراثيا أن هذه التقنيات الوراثية لم تفشـــل حتـــى الآن في زيـــادة الغلة الجوهرية للمحاصيل فحســـب، بل أيضا الأعشـــاب الضـــارة والحشرات التـــي صُمِّمت المحاصيـــل المعدَّلة وراثيـــا لمكافحتها تتحول بسرعة لتحصن نفســـها لمقاومة مبيدات الأعشـــاب والمبيدات الحشرية المعنية. وعـــلى وجه الخصوص، المحاصيل التي صممت لإنتاج مبيداتها الحشرية الخاصة بها[559] (العَصَويَّة التُّورِنْجيَّة BT) أصبحت الآن شائعة لدرجة أن النظام الغذائي المســـتمر من العَصَويَّـــة التُّورِنْجيَّة BT الـــذي يُقدم للآفـــات في الحقول الكبيرة أحادية الاســـتنبات monocultured يفعل بالحشرات الشيء نفسه الذي يفعله الاستخدام المكثف والمســـتمر للمضادات الحيوية بالجراثيم الموجودة في أحشاء الماشية: فهي تنتج طفرة من سلالات جديدة من الآفات التي تتمتع بدرجة عالية من المقاومة[560] للمبيدات الحشرية.

يبدو أن الشيء نفســـه أيضا يحدث للأعشاب الضارة التي يجري رشها باستمرار بمبيدات الأعشـــاب لحمايـــة المحاصيل التي جرت هندســـتها وراثيا من أجل تحمُّل عمليات رشـــها بمبيدات الأعشاب[561] (بما في ذلك بشكل أساسي مبيدات راوند أب Roundup التي تنتجها شركة مونسانتو، والتي تقوم على مركَّب الغليفوسات، الذي

يقضي بالفعل على أي نبات أخضر تقريبا). وبالفعل، طوّرت عشرة أنواع من النباتات الضارة مقاومة لهذه المبيدات، ما يتطلب من المزارعين استخدام مبيدات أعشاب أخرى أكثر سُميّة. جَمَع بعض معارضي المحاصيل المعدَّلة وراثيا أدلة تميل إلى إظهار أنه مع مرور الوقت، ومع ازدياد المقاومة لدى النباتات الضارة والحشرات[562]، سيزداد في الواقع الاستخدام العام لكل من مبيدات الأعشاب ومبيدات الحشرات، بيد أن أنصار المحاصيل المعدَّلة وراثيا لا يوافقون على هذا التحليل[563].

بما أن الكثير من الأعشاب الضارة طورت الآن مقاومتها لمركب الغليفوسات (الشائع الاستخدام في منتج راوند أب Roundup)، هناك طلب متجدد في السوق لمبيدات أعشاب أكثر قوة - وأكثر خطورة[564]. هناك بالتأكيد الكثير من المنتجات التي يمكن الاختيار من بينها. يصل إجمالي المبيعات السنوية لمبيدات الآفات في السوق في العالم إلى ما يقرب من 40 مليار دولار، تشكل مبيعات مبيدات الأعشاب التي تستهدف الأعشاب الضارة نسبة 17.5 مليار دولار منها، فيما تمثل مبيعات كل من المبيدات الحشرية والفطرية[565] نحو 10.5 مليار دولار لكل منهما.

تقدمت شركة داو للعلوم الزراعية بطلب للحصول على موافقة الجهات الرقابية لإطلاق نوع جديد من (الذرة) معدَّل وراثيا يتحمل تطبيق مبيدات الآفات المعروفة باسم D-2,4، الذي كان مكونا أساسيا من مكونات إيجنت أورنج (العامل البرتقالي) Agent Orange - مبيد الأعشاب القاتل الذي استخدمه سلاح الجو الأمريكي لإزالة الغابات والغطاء الحرجي خلال حرب فيتنام[566] - الذي كانت له صلة بالعديد من المشكلات الصحية التي عانى منها الأميركيون والفيتناميون الذين تعرضوا له. أعرب خبراء الصحة من أكثر من 140 منظمة غير حكومية عن رفضهم إعطاء هذه الموافقة لما سموه «إيجنت أورنج الذرة»، مستشهدين بالصلات بين التعرض لمبيد D-2,4، و«المشكلات الصحية الكبيرة مثل السرطان، وانخفاض عدد الحيوانات المنوية، وسميّة الكبد ومرض باركنسون. تظهر الدراسات المخبرية أن D-2,4 يسبب اضطراب الغدد الصماء، ومشكلات الإنجاب، والسمِّيَّة العصبيَّة، وكبت المناعة»[567].

المبيدات الحشرية التي تُرشّ على المحاصيل مسؤولة أيضا عن الأضرار التي لحقت بالحشرات المفيدة والحيوانات الأخرى. تراجعت نباتات الصُّقلاب (حشيشة اللبن) التي تعتمد عليها الفراشات بشكل حصري تقريبا في الأراضي

الصالحـة للزراعـة في الولايـات المتحدة بنسـبة 60 في المائة عـلى مدى العقد الأخير[568]، ويرجع ذلك بشـكل رئيس إلى التوسع في الأراضي الزراعية المخصصة لأصنـاف المحاصيل المعدَّلـة وراثيا لكي تكون قادرة على تحمل مبيد الأعشـاب رواند أب[569] Roundup. كانت هناك دراسـات تبـين أن محاصيل العَصَويَّة التُّورِنْجيَّـة BT (وهي المحاصيل التي تنتج المبيدات الحشرية بنفسـها) لها تأثير ضار بشـكل مباشر على نوع واحد على الأقل من سـلالة الفراشات الملكة[570]، وعلى الحشرات الطائرة شـبكيّة الجنـاح lacewings (التي تعتبر من الحشرات المفيدة للغاية)، وخُنْفُسـات الدعسوقة، وكائنات المنطقة المفيدة في التربة. على الرغـم من أن أنصار المحاصيل المعدَّلة وراثيا قللـوا[571] من أهمية هذه الآثار، فإنها تسـتحق التمحيص الدقيق مع استمرار المحاصيل المعدَّلة وراثيا في توسيع دورها في إنتاج الغذاء في العالم.

وفي الآونـة الأخيرة، عزا العلـماء الانهيارات المفاجئة المقلقة والغامضة سـابقا لمسـتعمرات النحل، إلى مجموعة جديـدة من المبيدات الحشرية المعروفة باسـم نيونيكوتينويـد[572] neonicotinoids. أثار اضطراب انهيار المسـتعمرة (CCD) مخـاوف عميقـة بين مربي النحل وغيرهم منذ أن ظهر هـذا المرض للمرة الأولى في العام 2006[573]. على الرغم من طرح العديد من النظريات حول أسـباب اضطراب انهيار المستعمرة CCD، فإن الدراسات التي حددت بدقة سبب الاضطراب لم تظهر حتى ربيع العام 2012.

تُستخدم المبيدات الحشرية نيونيكوتينويد neonicotinoids، التي تعتبر مواد سـامة عصبية مشـابهة في تركيبتها للنيكوتين، على نطاق واسـع عـلى بذور الذرة، وتُسحب بعدئذٍ المواد الكيميائية من البذور إلى داخل نباتات الذرة في مراحل نموها. مربو النحل التجاريون، بدورهم، يغذون منذ زمن طويل النحل بشراب الذرة. وفقا لقسـم الأبحاث الزراعية في وزارة الزراعة الأميركية، «تلقيح النحل مسـؤولٌ عن 15 مليار دولار من القيمة الإضافية للمحاصيل، لاسيما بالنسبة إلى المحاصيل المتخصصة مثـل اللوز وغيرها من المكسرات، والتوت، والفواكـه، والخضار. واحدة من بين كل ثلاث جرعات تقريبا[574] في النظام الغذائي تسـتفيد بشكل مباشر أو غير مباشر من تلقيح العسَّالات (نحل العسل)».

النحل، بطبيعة الحال، لا يؤدي أي دور في تلقيح المحاصيل المعدَّلة وراثيا، وذلك لأن البـــذور المعدلة يجب أن يشـــتريها المزارعون ســـنويا[575]، وعادة النحل الضارة في تلقيـــح النباتات يمكن أن تنتج جينات لا تنســـجم مع تصميم شركة البذور[576]. وفقا لصحيفة وول ســـتريت، هدَّد المزارعون الذيـــن يعتنون بنوع معدَّل من فاكهة اليوسفي الخالية من البذور بمقاضاة مربي النحل الذين يعملون في المزارع المجاورة لهم لأنهم يســـمحون للنحل بـ«التعدي» على بساتينهم المزروعة بأشجار اليوسفي الخالي من البذور، خشـــية تطعيم اليوســـفي الخالي من البـــذور بلقاح من أصناف الحمضيات التـــي تحتوي على البذور[577]. وكان من المنطقي أن يحتج مربو النحل قائلين إنهم لا يستطيعون التحكم في حركة طيران نحلهم.

وقـــد أدى الانتشـــار العالمي لتقنيات الزراعة الصناعيـــة إلى زيادة الاعتماد على الاستنبات الأحادي، الذي قام بدوره في تسريع انتشار المقاومة ضد مبيدات الأعشاب ومبيدات الحشرات لدى الأعشـــاب الضّارة والحشرات والأمراض النباتية. في العديد مـــن البلدان، بما في ذلك الولايات المتحدة، تُزرع كل ســـلع المحاصيل الرئيســـة[578] - الـــذرة، وفول الصويا، والقطـــن، والقمح - من حفنة صغيرة من الأصناف الجينية. ونتيجـــة لذلك، في معظم الحقول، تكون جميع النباتات تقريبا متطابقة جينيا. وقد أعرب بعـــض الخبراء منذ زمن عن قلقهم من أن الاعتماد على الاســـتنبات الأحادي يجعل الزراعة عرضة بشكل كبير للآفات[579] والأمراض النباتية التي لها أيضا العديد مـــن الفرص لتطويـــر الطفرات التي تمكنها مـــن أن تصبح أكثر كفـــاءة في مهاجمة الأصناف الجينية المعينة التي تُزرع بشكل مفرط.

تحوُّر الأمراض النباتية

في أي حـــال من الأحوال، تســـبب الأشـــكال الجديدة من الأمـــراض النباتية مشـــكلات للمزارعين في جميع أنحاء العالم. في العام 1999، بدأت طفرة جديدة من مرض فطري قديم معروف باسم الصدأ الجذعي في مهاجمة حقول القمح في أوغنـــدا[580]. وقد حملت الرياح أبواغ المرض أولا من الحقول الأفريقية إلى كينيا المجاورة، ومن ثم عبر البحر الأحمر إلى اليمن وشبه الجزيرة العربية، ومن هناك إلى إيران. ويخشى علماء النبات من أنها ستســـتمر في الانتشـــار في أفريقيا وآسيا،

وربما أبعد من ذلك. وقد أعرب خبيران علميان بهذا المرض، هما بيتر نياو وروث وانييرا، عن قلقهما في العام 2012 من أن المرض يحتمل أن يدمِّر 80 في المائة من جميع أصناف القمح المعروفة. على الرغم من الاعتقاد السائد قبل نصف قرن بأن مرض صدأ القمح لا يشكل إلا تهديدا طفيفا، جعلته هذه الطفرة الجديدة من الأمراض الأكثر فتكا على الإطلاق.

وبالمثل، فإن نبات كاسافا[581] (المعروف أيضا بأسماء التَّبْيوكَة، والمنِيهُوت، واليوكا)، الذي يعتبر أكبر ثالث مصدر نباتي للسعرات الحرارية للأشخاص (بعد الأرز والقمح)، يستهلك في الغالب في أفريقيا، وجنوب أمريكا، وآسيا. وقد طورت هذه النبتة طفرة جديدة في شرق أفريقيا في العام 2005، ومنذ ذلك الحين، وفقا لكلود فوكيت، الذي يعمل مديرا لقسم أبحاث الكسافا في مركز دونالد دانفورث لعلوم النبات في سانت لويس، «كان هناك انتشار انفجاري على نمط وبائي... والسرعة لم يسبق لها مثيل قط[582]، والمزارعون في حالة يائسة بالفعل». قارن بعض الخبراء حالة تفشي هذا المرض بآفة البطاطا في إيرلندا خلال أربعينيات القرن التاسع عشر، الذي كان مرتبطا في جزء منه باعتماد إيرلندا الكبير على سلالة من البطاطا أحادية الاستنبات من جبال الأنديز[583].

جرى إتلاف ستين في المائة من محصول الذرة في الولايات المتحدة في العام 1970 بسبب نوع جديد من آفة أوراق الذرة الجنوبية[584]، ما يدل بشكل واضح، على حد قول اتحاد العلماء المهتمين UCS، «أن الأساس الموحد جينيا للمحاصيل هو كارثة على وشك الحدوث». ويشير اتحاد العلماء المهتمين UCS إلى أن «الزراعة في الولايات المتحدة تعتمد على أساس جيني ضيق. في بداية تسعينيات القرن العشرين، لم يكن هناك سوى ستة أصناف فقط من الذرة تشكل 46 في المائة من المحاصيل، وتسعة أصناف من القمح تشكِّل نصف محصول القمح، ونوعان من البازلاء يشكلان 96 في المائة من محصول البازلاء. نظرا إلى النجاح العالمي الذي حققته الوجبات السريعة في عصر شركة الأرض، فإن أكثر من نصف مساحة الأراضي المخصصة لزراعة البطاطا في العالم مزروعة الآن بنوع واحد من البطاطا: وهي البطاطا من فصيلة راسيت بوربانك المفضلة لدى سلسلة مطاعم ماكدونالدز».

على الرغــم من أن معظم الجدل الدائر حول النباتــات المعدَّلة وراثيا يتمحور حول المحاصيــل الغذائية ومحاصيل علف الحيوانات، من المســتغرب أنه لا يوجد هناك ســوى حيز ضيِّق من النقاش حول العمل العالمي النشــيط الذي يجري على قدم وساق لتعديل الأشجار جينيا [585]، بما في ذلك أشجار الحور والكينا. وقد أعرب بعض العلماء عن قلقهم من أن الارتفاع الشــاهق للأشجار يعني أن الأنواع المعدَّلة وراثيا ســوف ترسل غُبار الطَّلع إلى مساحة محيطة أوسع بكثير من النباتات الأخرى مثل فول الصويا، والذرة، والقطن.

تــزرع الصين بالفعــل ما يقدر بــآلاف الهكتارات من أشــجار الحــور المعدَّلة وراثيا لتنتج ســم العَصَويَّة التُّورِنْجيَّة BT في أوراقهــا من أجل حمايتها من اجتياح الحشرات. تحاول شركات التكنولوجيا الحيوية إدخال أشجار الكينا المعدَّلة وراثيا إلى الولايات المتحدة والبرازيل. ويرى العلماء أنه بالإضافة إلى مقاومة الآفات، قد تكون التعديــلات مفيدة في تمكين الأشــجار من البقاء في أثناء فــترات الجفاف، ويمكن أن تعدِّل من طبيعة الخشب بطرقٍ من شأنها تسهيل إنتاج الوقود الحيوي.

بالإضافة إلى النباتات والأشــجار، أثارت الحيوانــات المعدَّلة جينيا المُعدة لإنتاج الغذاء للبشر أيضا جدلا كبيرا. منذ اكتشــاف تقنية جديدة في العام 1981 تســمح بنقل جينات من نوع واحد إلى جينوم نوع آخر [586]، قام العلماء بالهندسة الجينية لعدة أنواع من الماشــية، بما في ذلك الأبقار، والخنازيــر، والدجاج، والأغنام، والمعز، والأرانــب. على الرغم من أن التجارب الســابقة التي خفَّضت مــن قابلية التعرض للإصابة بالأمراض لدى الفئران ولَّدت قدرا كبيرا من التفاؤل، لم تنجح حتى الآن سوى محاولة واحدة فقط للتخفيض من قابلية الماشية للإصابة بالأمراض.

ومع ذلــك، فإن الجهود القائمة لإنتاج الحيوانــات المعدَّلة وراثيا قد أنتجت بالفعل، من بين نتائج أخرى، حرير العنكبوت من المعز (المذكورة أعلاه)، وإنتاج هرمــون نمو اصطناعي في الأبقار الحلوب [587] يزيد من إنتاجها للحليب. هرمون النمــو البقري المؤتلــف (rBGH)، الذي يُحقن في الأبقــار الحلوب، كان محط جــدل كبير. لا يجادل النقاد عادة في أن هرمون النمو البقري المؤتلف (rBGH) مُضر بشكل مباشر بصحة الإنسان، لكنهم بدلا من ذلك، يرون أن الأدلة تشير إلى أنه يســبب زيادة في هرمون آخر معروف باســم عامل النمو الشبيه بالأنسولين

(IGF)، الذي يوجد في حليب الأبقار التي حُقنت بهرمون النمو البقري بمعدلات تصل إلى عشرة أضعاف ما هو موجود في حليب الأبقار الأخرى.

أظهرت الدراسات وجود صلة بين ارتفاع مستويات عامل النمو الشبيه بالأنسولين IGF وارتفاع خطر الإصابة بسرطان البروستاتا[588] وبعض أشكال سرطان الثدي بنسبة عالية. على الرغم من أن هناك عوامل أخرى من الواضح أن لها علاقة بالإصابة بهذه السرطانات، وعلى رغم أن عامل النمو الشبيه بالأنسولين IGF هو مادة طبيعية في جسم الإنسان، تُرجمت مخاوف المعارضين بشن حملة ناجحة للمستهلكين من أجل وضع ملصقات تبين أن الحليب معالج بهرمون النمو البقري[589]، أسفرت عن تراجع استخدامه بشكل ملحوظ[590].

أدخل علماء الوراثة الصينيون جينات بشرية مرتبطة ببروتينات حليب الإنسان في أجنة الأبقار الحلوب[591]، ثم زرعوا تلك الأجنة في أبقار بديلة قامت بولادة عجول. عندما بدأت هذه الحيوانات بإنتاج الحليب، كان هذا الحليب يحتوي العديد من البروتينات والأجسام المضادة التي توجد في الحليب البشري ولكن ليس في حليب الأبقار العادية. فضلا على ذلك، فإن الحيوانات المعدَّلة وراثيا قادرة على إعادة استنساخ ذاتها مع توريث الصفات الجينية التي اكتسبتها. في الوقت الحاضر، هناك قطيع من هذه الحيوانات عدده 300 في المختبر الحكومي الرئيس للتكنولوجيا الحيوية الزراعية التابع لجامعة الصين الزراعية، ينتج الحليب الذي هو أقرب إلى حليب الثدي البشري من حليب البقر. ويدّعي علماء في الأرجنتين، يعملون في المعهد الوطني للتكنولوجيا الزراعية التجارية[592] في بوينس آيرس، أنهم أصبحوا أكثر تطورا وكفاءة في هذه العملية.

تقدم العلماء في الولايات المتحدة بطلب للحصول على موافقة الجهات الرقابية في العام 2012 لتقديم أول حيوان معدَّل جينيا ومُعدّ للاستهلاك البشري المباشر[593]، وهو سمك السلمون المعدَّل بمورثة هرمون نمو إضافية[594] ومفتاح جيني يشغّل عملية صنع هرمون النمو حتى عندما تكون درجة حرارة المياه أكثر برودة من عَتَبَة الإنتاج الطبيعي لهرمون النمو، ما نجم عنه معدل نمو أسرع بمرتين من معدل النمو الطبيعي لسمك السلمون[595]، وهذا يعني أنه سوف يصل إلى الحجم المطلوب في السوق في غضون ستة عشر شهرا فقط، بالمقارنة مع ثلاثين شهرا للنمو الطبيعي.

وقد أعرب معارضو «سـمك السـلمون الضخم» عن قلقهم إزاء إمكانية زيادة مستويات عامل النمو الشبيه بالأنسولين[596] - وهي المشكلة نفسها التي واجهوها بالنسبة إلى الحليب المنتج من أبقار جرى حقنها بهرمون النمو البقري. وأعربوا عن قلقهم إزاء هروب أسماك السـلمون المعدّلة هذه من أقفاصها لتتناسل مع أسماك السـلمون الطبيعية، ما سـيغير نوع فصيلة هذه الأسماك بشكل غير مقصود[597] - مثلـما أعرب معارضو المحاصيل المعدّلة جينيا عن قلقهم إزاء التلقيح المتصالب مع المحاصيل غير المعدّلة جينيا. وفضلا على ذلك، وكما ذكرنا في الفصل 4، فإن الأسماك المسـتزرعة تتغذى على دقيق السمك المصنوع من أسماك المحيط بطريقة تتطلب عادة ثلاثة أرطال من الأسماك الطبيعية لإنتاج رطل واحد من الأسماك المستزرعة.

حاول العلماء في جامعة غويلف في كندا تسويق الخنازير المعدّلة جينيا بإدخال جـزء من الحمض النووي لفـأر في مجيناتها من أجل تخفيض كمية الفوسـفور في غائطهـا[598]. وقد سـموا هذا الاخـتراع خنازيـر المختـبر[599] Enviropigs لأن الفوسفور مصدر لأزهار طحلبية[600] عندما يلقى في الأنهار وتنشأ مناطق ميتة عند مصبات الأنهار في البحر. لكن العلماء تخلوا فيما بعد عن مشروعهم ونفذوا عملية المـوت الرحيـم بحق الخنازيـر[601]، ويرجع ذلك جزئيـا إلى معارضة ما نحا بعض النقاد إلى تسميته بالأغذية المعدّلة جينيا "Frankenfood"- أي الغذاء المصنوع من حيوانات معدّلة جينيا - كما يرجع أيضا إلى أن العلماء في أماكن أخرى طوروا إنزيم فيتاز[602]، الذي يحقق عند إضافته إلى طعام الخنازير[603] النتيجة المأمولة نفسـها مع خنازير الأنبوب Enviropig المشؤومة.

بالإضافـة إلى الجهود المبذولة لتعديل الماشـية والأسـماك، كانـت هناك أيضا مبـادرات أكثر في السـنوات الخمس عشرة الماضية لتعديـل الحشرات جينيا، بما في ذلـك دودة القطن[604] والبعوض[605]. وفي الآونـة الأخيرة، أطلقت شركة بريطانية للتكنولوجيا الحيوية، اسمها أوكسفورد إنسـكت تكنولوجيز (أكسفورد لتكنولوجيا الحشرات) (أو أوكسـتيك Oxitec)، مشروعا لتعديل الأنواع الرئيسـة (وإن لم تكن الأنـواع الوحيدة) من البعوض الذي يحمل حمى الضنك[606]، من أجل خلق ذكور بعوض متحوِّلة جينيا لإنتاج ذرية تتطلب المضاد الحيوي تتراسيكلين من أجل البقاء على قيد الحياة.

اليرقــات، التي لا يصلها التراســيكلين[607]، تموت قبــل أن تتمكن من الطيران. والفكــرة من وراء ذلك هــي أن ذكور البعوض التي، على عكــس الإناث، لا تعض، ســوف تســتغل الإناث وتلقحها بالأجنة المحكوم عليها بالموت، ما يقلل بشكل حاد مــن التعداد الإجمالي للبعوض. على الرغم من أن التجارب الميدانية في جزر كايمان، وماليزيــا، وجوازيرو، والبرازيل، حققت نتائج باهرة، كانت هناك معارضة شــعبية عارمة عندما اقترحت شركة أوكســتيك Oxitec إطــلاق عدد كبير من البعوض[608] في منطقة كي وست بولاية فلوريدا، بعد تفشي حمى الضنك هناك في العام 2010.

وقــد أعرب معارضــو هذا المشروع عــن القلق من أن البعــوض المعدّل وراثيا قــد تكون له آثــار لا يمكن التنبؤ بها ويحتمــل أن تكون آثارا مدمــرة على النظام الإيكولوجــي[609] الــذي تُطلق في فضائه. بمــا أن الاختبــارات المخبرية قد أظهرت بالفعل أن عددا صغيرا من ذرية البعوض يبقى على قيد الحياة في الواقع[610]، فهم يرون أن هناك احتمالا واضحا لتلك التي تنجو في البرية بأن تنشر تعديلاتها بين بقية مجتمعات[611] البعوض مع مرور الوقت.

قد تُظهر دراســات إضافية أن هذا المشروع هو إســتراتيجية مفيدة وجديرة بالاهتــمام للحد من انتشــار حمى الضنك، غير أن التركيــز على التعديل الجيني للبعــوض الرئيس الذي يحمل هذا المرض يشــكل تناقضا حادا مع الانعدام التام للتركيــز على الســبب الرئيــس في سرعة انتشــار حمى الضنك. اختــلال التوازن المناخــي للأرض وما ينجم عنه من زيادة في متوســط درجــات الحرارة العالمية يجعل مناطق العالم التي كانت لا تؤوي البعوض الذي يحمل حمى الضنك ضمن نطاق توسع مداه.

وفقا لدراســة بحثية أجرتها جامعة تكســاس للتكنولوجيــا في العام 2012 عن انتشــار حمى الضنك، فإن «التحــولات في درجة الحرارة وأنمــاط الهطول الناجمة عــن تغير المناخ العالمي قد تكون لهــا تأثيرات عميقة على البيئة من بعض الأمراض المعديــة»[612]. وبملاحظــة أن حمى الضنــك هي واحدة من تلــك الأمراض، توقّع الباحثــون أنه عــلى الرغم من أن المكســيك هي الموقع الرئيــس لحمى الضنك في أمريكا الشمالية، مع تفشٍ طفيف من حين إلى آخر فقط في جنوب تكساس وجنوب فلوريدا، فإنها تنتشر باتجاه الشمال بسبب ظاهرة الاحترار العالمي.

حمى الضنك، التي تصيب الآن ما يصل إلى 100 مليون شخص كل عام[613]، وتسبب آلاف الوفيات[614]، معروفة أيضا باسم «حمى تكسير العظام»[615] لأنها تسبب آلاما حادة في المفاصل التي تُعتبر أحد أسوأ أعراضها[616]. تفشت حمى الضنك بشكل متزامن في كل من آسيا، والأمريكتين، وأفريقيا[617] في القرن الثامن عشر، غير أنه جرى احتواء هذا المرض إلى حد كبير حتى الحرب العالمية الثانية[618]؛ ويعتقد العلماء أنه انتشر في قارات أخرى بشكل غير مقصود عن طريق الناس في أثناء وبعد الحرب[619]. في العام 2012، كان هناك ما يقدَّر بـ 37 مليون حالة في الهند وحدها[620].

بعد أن نقل البشر هذا المرض إلى الأمريكتين، كان نطاق تفشي حمى الضنك لايزال مقتصرا على المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية[621]. ولكن الآن، ومع توسع مواطنها، يتوقع الباحثون أن حمى الضنك من المرجح أن تنتشر في جميع أنحاء جنوب الولايات المتحدة [622]، حتى إن المناطق الشمالية من الولايات المتحدة يُرجح أن تشهد موجات من تفشي المرض خلال أشهر الصيف.

بدأ هذا الفصل بمناقشة كيف نقوم نحن، للمرة الأولى، بتغيير «كينونة» الكائن البشري. نحن نقوم أيضا بتغيير كينونات أخرى نرتبط معها بيئيا. عندما نحدث خللا في النظام البيئي الذي نشأنا فيه ونغير بشكل جذري التوازن المناخي والبيئي الذي تشكلت في ظله حضارتنا بشكل دقيق، فإننا يجب أن نتوقع عواقب بيولوجية أكبر من حدود إمكاناتنا على إصلاحها باستخدام تكنولوجيات الهندسة الجينية (الوراثية).

مع كل ذلك، فإن الانتهاك للمناطق البرية هو المسؤول عن نشوء 40 في المائة من الأمراض المعدية الجديدة التي تشكل خطرا يهدد البشر، بما في ذلك فيروس نقص المناعة البشرية/الإيدز[623]، وإنفلونزا الطيور، وفيروس الإيبولا، التي نشأت جميعها في الحيوانات البرية التي طردت من مواطنها الطبيعية بفعل الانتهاك البشري لها، أو جلبت إلى مقربة من الماشية[624] عندما توسعت الزراعة إلى المناطق التي كانت برية سابقا. وقد قال أخيرا عالم الأوبئة البيطرية جوناثان إبستين، «عندما تُحدث خللا في التوازن، فأنت تُعجِّل بانتقال مسببات الأمراض (المُمرِضَات) من الحيوانات البرية إلى الماشية ومن ثم إلى البشر». بشكل عام، فإن 60 في المائة من الأمراض المعدية الجديدة[625] التي تهدد البشر جاءت أصلا من الحيوانات.

الكائنات الحيّة الدقيقة The Microbiome

نحن أيضا نخاطر بتعطيل النظام البيئي داخل أجسامنا. لا توجد أبحاث جديدة تبين الدور الأساسي الذي تمارسه المجتمعات الميكروبية داخل (وعلى) كل شخص. في الواقــع، لدى كل واحد منّا كائنــات حيّة دقيقة microbiome من البكتيريا (وعدد أصغــر بكثير من الفيروســات والخمائــر، والأميبا) التي يفوق عددهــا عدد الخلايا الموجودة في أجسامنا[626] بنسبة عشرة إلى واحد. وبعبارة أخرى، فإن كل فرد يشارك جســده مع ما يقرب من 100 تريليون ميكروب[627] (جرثومة) تحمل 3 ملايين من الجينــات غير البشرية[628]. وهي تعيش وتعمل بالتضافر مع أجســامنا في مجتمع تكيُّفي نشكل نحن جزءا منه.

في بدايــات العام 2012 نشر 200 عالم من المســاهمين في «مشروع الكائنات الحيّــة الدقيقة البشرية» Microbiome التسلســل الجينــي لهذا المجتمع من البكتيريــا[629] ووجدوا أن هناك ثلاثة أنواع أساســية في الأمعاء enterotypes - تشبه كثيرا أنواع الدم - توجد في جميع الأجناس والأعراق[630]، وهي موزعة بين كل السكان من دون أي رابط بالجنس، أو العمر، أو كتلة الجسم، أو أي علامات تمييزيــة أخرى. وفي المجمل، حدد الفريق 8 ملايــين[631] من الجينات التي تُرَمِّز البروتينات في الكائنات الحية، وقالوا إن نصفها له وظيفة لايزال العلماء عاجزين عن فهمها.

إحدى الوظائــف التي تؤديها هــذه الكائنات الحيّة الدقيقــة microbiome هي «الإشراف» على جهاز المناعة المكتســبة، وبخاصة في مرحلة الرضاعة والطفولة المبكــرة[632]. وفقــا لغاري هافنغيــل، من جامعة ميشــيغان، «تشــكل مجموعة الميكروبــات المعوية ذراع الجهاز المناعية». لطالما شــكك العديد من العلماء في أن الاســتخدام الكثيف المتكرر للمضادات الحيوية يتداخــل مع عملية الإشراف هذه وقد يُضر بهذه العملية التي يتعلّم من خلالها الجهاز المناعي التكيّفي[633] الدقة في التمييز بين الخلايا الغَازية والخلايا السليمة. ما هو مشترك بين جميع أمراض المناعة الذاتيــة هو أن الجهــاز المناعي قد يهاجم بالخطأ الخلايا الســليمة وبالتالي فهو في حاجة إلى أن يتعلم كيف يميز بين الخلايا الغَازِية وخلايا الجسم نفسه[634]. «المناعة الذاتية» تعني الحصانة ضد الذات.

هناك أدلة متزايدة على أن الاستخدام الخاطئ والمتكرر للمضادات الحيوية عند الأطفال الصغار قد يُضعف عملية التطور و«التعلم» في أجهزتهم المناعية - وبالتالي يسهم في الظهور السريع الواضح للأمراض المتعددة[635] التي تصيب الجهاز المناعي، مثل داء السكري من النوع الأول 1[636]، والتصلُّب المتعدد[637]، وداء كرون(*)، والتهاب القولون التقرحيّ[638].

جهاز المناعة البشري لا يكون مكتمل النمو عند الولادة[639]. ومثل الدماغ البشري، يتطور جهاز المناعة وينضج بعد المرور عبر قناة الولادة[640]. (البشر لديهم أطول فترة طفولة وعجز من أي حيوان آخر[641]، ما يسمح بالنمو السريع والتطور للدماغ بعد الولادة[642] - بحيث تجري معظم عملية التطور والتعلم من خلال التفاعل مع البيئة) [643]. لدى جهاز المناعة قدرة فطرية عند الولادة على تفعيل خلايا الدم البيضاء لتدمير الفيروسات أو البكتيريا الغازية[644]، ولكنه يمتلك أيضا جهازا مناعيا مكتسبا- أو تكيّفيا- يتعلم كيف يتذكر الغزاة من أجل محاربتهم على نحو أكثر فعالية إذا ما عادوا ثانية. يُنتج هذا الجهاز المناعي المكتسب أجساما مضادة تقوم بإلصاق نفسها بالأجسام الغازية بحيث تستطيع أنواع معينة من خلايا الدم البيضاء التعرف على الأجسام الغازية والقضاء عليها.

جوهر المشكلة هو أن المضادات الحيوية ذاتها لا تميز بين البكتيريا الضارة والبكتيريا المفيدة[645]. باستخدام المضادات الحيوية لمحاربة المرض، نحن من غير قصد نقوم بالقضاء على البكتيريا التي نحتاج إليها من أجل الحفاظ على توازن صحي سليم. «أود أن أخسر لغة الحرب. فهي لا تخدم مصلحة جميع البكتيريا التي نشأت معنا، وتحافظ على صحة أجسامنا»، على حد قول جولي سيغري، واحدة من كبار الباحثين[646] في المعهد الوطني لأبحاث الجينوم البشري.

يؤثر أحد أنواع البكتيريا المهمة الموجودة في الكائنات الحيَّة الدقيقة البشرية microbiome، وهي البكتيريا المَلويَّة البوَّابية، في تنظيم اثنين من الهرمونات الرئيسة بالمعدة البشرية لهما صلة بتوازن الطاقة وبالشهية[647]. ووفقا لدراسات جينية، تعيش بكتيريا المَلويَّة البوَّابية في داخلنا بأعداد كبيرة منذ 58 ألف سنة[648]. وقبل 100 سنة تقريبا، كانت الميكروب الوحيد الأكثر شيوعا في المَعِدة عند معظم

(*) Crohn's disease (داء الورم الحُبيبي الالتهابي الهضمي المزمن).

البشر[649]. ولكن كما جاء في مقال مهم نُشر في مجلة نيتشر «الطبيعة» في العام 2011 لمارتن بليزر، الأستاذ في علم الأحياء الدقيقة ورئيس قسم الطب في جامعة نيويورك للطب، وجدت الدراسات أن «أقل من 6 في المائة من الأطفال في الولايات المتحدة، والسويد، وألمانيا يحملون هذا الكائن الحي الدقيق. قد تكون هناك عوامل أخرى تؤدي دورا في هذا الاختفاء للميكروب، ولكن قد تكون المضادات الحيوية هي المسؤولة عن ذلك. وصْفَة واحدة من جرعات المضاد الحيوي أموكسيسيلين أو ماكرولايد، الأكثر استخداما لعلاج التهابات الأذن الوسطى أو التهابات الجهاز التنفسي عند الأطفال، يمكن أن تقضي أيضا على بكتيريا المَلوية البوّابية بنسبة 20-50 في المائة من الحالات»[650].

من المهم أن نلاحظ أنه جرى اكتشاف أن بكتيريا المَلوية البوابية لكي تؤدي دورا في كل من التهاب المعدة [651] والقرحة؛ أشار عالم الأحياء الأسترالي الذي فاز بجائزة نوبل في الطب في العام 2005 لاكتشافه بكتيريا المَلوية البوّابية، الدكتور باري مارشال، إلى أن «الناس الذين لم يتناولوا المضادات الحيوية للتخلص منها لاقوا حتفهم». ومع ذلك، وجدت عدة دراسات أدلة قاطعة أن الناس الذين يفتقرون إلى بكتيريا المَلوية البوابية «هم أكثر الناس عرضة للإصابة بمرض الربو، وحمّى القش (حمّى الهشيم)، أو حساسية الجلد في مرحلة الطفولة»[652]. ويرتبط غيابها أيضا بزيادة الحموضة[653] وسرطان المريء. وجد علماء في ألمانيا وسويسرا أن إدخال بكتيريا المَلويّة البوّابية في أمعاء الفئران يعمل على حمايتها من الإصابة بداء الربو[654]. بين الناس، ولأسباب لاتزال غير مفهومة تماما، زادت الإصابة بداء الربو بنسبة تقارب 160 في المائة في جميع أنحاء العالم في العقدين الماضيين[655].

أحد الهرمونات التي تنظمها بكتيريا المَلويّة البوّابية هو هرمون غريلين ghrelin، الذي يعتبر أحد مفاتيح الشهيّة على الأكل[656]. ومن الطبيعي أن تنخفض مستويات هرمون غريلين بشكل كبير بعد أن يتناول المرء وجبة الطعام، ما يعطي إشارة إلى الدماغ بأنه حان الوقت للتوقف عن الأكل. بيد أن الناس الذين يفتقرون إلى بكتيريا المَلويّة البوّابية في أمعائهم، لا تنخفض مستويات هرمون غريلين بعد تناول وجبة الطعام - لذا فإن إشارة التوقف عن الأكل لا

تُرسل إلى الدماغ. في المختبر الذي يديره مارتن بليزر، الفئران التي أعطيت كمية كافية من المضادات الحيوية للقضاء على بكتيريا المَلويَّة البوّابية ارتفعت نسبة الدهون في أجسامها بشكل كبير على رغم عدم تغيير نظامها الغذائي. ومن المثير للاهتمام أنه في حين يقول العلماء منذ زمن طويل إنهم لا يستطيعون تفسير أسباب زيادة وزن الحيوانات التي تتناول جرعات علاجية ثانوية من المضادات الحيوية في علف الماشية، هناك الآن أدلة جديدة على أن سبب ذلك قد يرجع إلى تغييرات في الكائنات الحية الدقيقة لديها.

لقد تبين أن استعاضة البكتيريا المفيدة التي قضت عليها المضادات الحيوية هي علاج فعّال لبعض الأمراض والحالات التي تسببها الميكروبات الضارة التي تسيطر عليها عادة الميكروبات النافعة[657]. الطَليْعَة الحيوية (المؤيدات الحيوية)، كما يطلق عليها، ليست جديدة، ولكن بعض الأطباء يعالج المرضى المصابين الآن ببكتيريا ضارة معروفة باسم المطَثيّة العَسيرة بإعطائهم تحميلة ليجري «زرع البراز».

على الرغم من أن مجرد التفكير في ذلك قد يثير عند الكثيرين الشعور بالاستهجان، فقد ثبت أن هذا الإجراء آمن وفعّال للغاية. وجد العلماء في جامعة ألبرتا، بعد مراجعتهم لـ 124 حالة من زرع البراز، أن 83 في المائة من المرضى شعروا بتحسُّن فوري عندما عاد التوازن إلى الكائنات الحيَّة الدقيقة microbiome التي في داخلهم[658]. ويسعى علماء آخرون جاهدين إلى تطوير علاجات بالطليعة الحيوية مصممة لاستعادة أنواع محددة من البكتيريا المفيدة عندما يجري فقدانها من الكائنات الحية الدقيقة microbiome لدى المريض.

مثلما نحن مرتبطون بالـ 100 تريليون من الميكروبات التي تعيش في داخلنا وعلينا ونعتمد عليها من فترة الولادة حتى الموت، ونحن مرتبطون أيضا ونعتمد على أشكال الحياة التي من حولنا والتي تعيش في باطن الأرض وسطحها. فهي تقدم خدمات تمنحنا الحياة كما تفعل تماما الميكروبات الموجودة في أحشائنا وعلى سطوح أجسامنا. وتماما مثلما يخلق الخلل الاصطناعي في المجتمعات الجرثومية التي تعيش في داخلنا خللا في توازن النظام البيئي للكائنات الحية الدقيقة microbiome الذي يضر بصحتنا بشكل مباشر، فإن إحداث خلل في

النظـام الإيكولوجي للأرض - الذي نعيش في داخله - يمكن أن يُحدث أيضا خللا في التوازن يشكل خطرا يهدد وجودنا.

النتائـج المترتبـة على البـشر من جـراء الخلل الواسـع النطـاق في النظام الإيكولوجي للأرض – وما يمكننا فعله لمنع حدوث ذلك - سيكون موضوع الفصل التالي من هذا الكتاب.

6

الحافة

«النزعة الطبيعية الموجودة في داخلنا جميعا تجعلنا نأمل ألا يكون الإجماع العلمي بشأن الاحترار العالمي تصويرا دقيقا للخطر الحقيقي الذي نواجهه»

القوة الناشئة والزخم المتسارع لشركة الأرض، والنمو السريع لأنماط استهلاك الموارد المدمرة، وغياب القيادة العالمية، والحوكمة المختلة وظيفيا للمجتمع الدولي اجتمعت جميعها لإنتاج وابل من أشكال التلوث التي تضر بشكل خطير بسلامة التوازن المناخي على كوكب الأرض الذي يعتبر أساسيا لبقاء الحضارة على قيد الحياة.

كان إدراكنا لحجم الخطر الشديد الذي نصنعه بأيدينا بطيئا، ويرجع ذلك جزئيا إلى التحوّل الجذري المباغت في العلاقة الكامنة بين البشر والنظام الإيكولوجي لكوكب الأرض بسبب الالتقاء الحديث نسبيا لثلاثة عوامل أساسية. أولا، تضاعفت أعدادنا أربع مرات في أقل من قرن من الزمان ولاتزال في ازدياد؛ وثانيا، تهيمن على طريقتنا في التفكير - على الصعيدين الفردي والجماعي - الآفاق قصيرة

الأجل وتشـوهها عادات الفكر الموروثة من أسلافنا في عصور ما قبل التاريخ، الذين جابهـوا مخاطر تهدد وجودهم تختلف عـن المخاطر التي نواجههـا اليوم؛ وثالثا، التكنولوجيـات التي شـاع اسـتخدامها اليوم هي أقوى بكثير مـن تلك التي كانت متوافرة قبل بضعة أجيال.

وعلى وجه الخصوص، فإن استمرارنا في حرق الوقود الأحفوري الغني بالكربون مـن أجل 85 في المائة من الطاقة التي تسـيّر شركة الأرض ينفث كل أربع وعشرين ساعة 90 مليون طن إضافي من التلوث الناجم عن ظاهرة الاحترار العالمي إلى داخل القـشرة الرقيقة جدا للغلاف الجوي[1] المحيـط بكوكبنا، كأنه كان مَجْرورا مفتوحا. هـذا يعنـي أننا نضيف ما يعـادل وزن ما يزيد على 5 آلاف مـن التسرب النفطي لوحـدة التنقيب عن النفط في خليج المكسـيك ديبووتـر هورايزون (Deepwater Horizon Gulf) كل يـوم إلى التجميعـات الخطرة التي بـدأت تتراكم مع الثورة الصناعية بمعدل[2] بدأ يتسـارع بشكل كبير خلال النصف الأخير من القرن الماضي، ولايزال مستمرا بهذا التسارع.

ونتيجة لذلك، تتصادم الحضارة الإنسانية مع العالم الطبيعي وتسبب أضرارا جسـيمة للنُظُم الطبيعية المهمة التـي يعتمد عليها اسـتمرار ازدهارنا كجنس بـشري. هناك تجليات متعددة لهذا التصـادم: الانقراض المتوقع لـما يتراوح بين 20 و50 في المائـة من جميع أنواع الكائنـات الحيّة[3] على الأرض في هذا القرن؛ وانتهـاك أكبر وأهم الغابات في العـالم؛ وتحمُّض المحيطات، ونضوب أنواع مهمة من الثروة السـمكية، والفقدان الوشـيك للشـعاب المرجانية؛ وتراكم النفايات الكيميائية السـامة المعمِّرة التي تشـكل تهديدا مسـتمرا للبشر وأشكال الحياة الأخرى؛ واستنزاف موارد التربة السطحية والمياه الجوفية بمعدلات غير مستدامة؛ وأمور كثيرة أخرى.

ولكـن التجلي الوحيد لهذا التصادم الأكثر أهمية والأكثر تهديدا هو أزمة المناخ. نظـرا إلى أن الغلاف الجوي المحيط بكوكبنـا رقيق للغاية، فهو معرض بدرجة كبيرة للتغيير الجذري في تركيبته الكيميائية الذي يحدث عندما نلوثه باستمرار ومن دون مبـالاة بكميات هائلة مـن النفايات الكيميائية الغازيّة. هـذا الغطاء المتنامي من التلوث يخنق قدرة الغلاف الجوي على التوسط في إحداث توازن إشعاعي بين الأرض

والشــمس، وحبس مزيد من الطاقة الحرارية الإضافية كل يوم في الطبقة الدنيا من الغلاف الجوي أكثر مما يمكن أن تطلقه 400 ألف قنبلة ذريّة في هيروشــيما[4]. وفي هــذه العملية، نحن نغيّر بشــكل جذري دورة المياه عــلى الأرض، وندمِّر التوازنات الإيكولوجية المهمة، ونضاعف كل الأضرار الأخرى التي نلحقها بالطبيعة، بما في ذلك النباتات والحيوانات التي نعتمد عليها.

والخبر الســار هو أننا نملك القدرة على البدء في حل أزمة المناخ - إذا تنبهنا إلى واقع ظروفنا وقررنا أن إنقاذ مستقبل الحضارة البشرية يشكل أولوية بالنسبة إلينا. وهذا يعني الاعتراف ليس فقط بالخطر ولكن أيضا بالفرصة الكامنة في هذه الأزمة. وهــذا يعني التخــلي عن الوهم بوجود حل تكنولوجــي ذكي وسريع لإصلاح الحالة الطارئــة على الكوكب التي تتطلب إســتراتيجية عالمية متعــددة الجوانب لتحويل نُظم الطاقة لدينا - خصوصا توليد الكهرباء - والتصنيع، والزراعة، والحراجة (زراعة الغابــات)، وتكنولوجيات البناء، والنقل، والتعدين، وغيرها من قطاعات الاقتصاد في العالم إلى نمط منخفض الكربون وذي كفاءة عالية.

ونعم، عندما نضع حجم الاستجابة المطلوبة ومدى تعقيدها، تبدو مهمة شاقة وعســيرة. ولكن كانت هناك أخيرا تحســينات مذهلة في التكنولوجيات التي تمكننا مــن تحقيق النجاح. فهي تــزداد كفاءة ويمكن نشرها بشــكل أسرع بكثير مما هو متوقع. وقد أدى حجم أســواق الطاقة المتجددة إلى هبوط حاد في التكلفة فاق كل التوقعات. هبطت أسعار الكهرباء المولدة بالطاقة أو بطاقة الرياح بشكل سريع إلى درجة أن هذه الأســعار بدأت تنافس بالفعل في بعض المناطق من العالم متوســط ســعر شبكة الكهرباء[5]. على الصعيد العالمي، ستصبح مصادر الطاقة المتجددة ثاني أكبر مصدر لتوليد الطاقة بحلول العام 2015[6].

بدائل حقيقية

كلــما أنتجنا مزيدا من الطاقة عن طريق الشــمس أو الريــح، أصبحت الطاقة أرخــص؛ وكلما أنتجنا المزيد مــن الطاقة عن طريق النفــط والفحم، أصبحت أكثر تكلفة. وبطبيعة الحال، فإن «وقود» الرياح والشمس لا حدود له عمليا. على سبيل المثال، تتلقى الأرض كمية من الطاقة القابلة للاســتخدام فعلا من أشــعة الشــمس

في كل ســاعة واحدة تفوق كل ما نحتاجه للاســتهلاك من الطاقة في العالم[7] لسنة كاملــة. تتجاوز أيضا إمكانات طاقة الريــاح[8] مجموع الطلب على الطاقة في العالم بعدة مرات.

في صيــف العام 2012، كانت هناك فترات حصلــت فيها ألمانيا[9] على أكثر من نصف الكهرباء لديها من مصادر الطاقة المتجددة. يتوقع الآن بعض الخبراء الماهرين في مجال الاســتثمار من منظــور عالمي، أنه حتــى التقدير المتحفــظ للانخفاضات المســتمرة في تكلفــة الطاقة الكهربائيــة الضوئية (PV) ســيؤدي إلى ارتفاع سريع ومذهل في حصتها الســوقية من قدرة التوليد الجديدة على مدى السنوات القليلة المقبلــة - إلى درجة يصبح فيهــا ما يقرب من نصف توليد الكهرباء الإضافي في العالم برمته[10] صادرا عن الطاقة الكهربائية الضوئية PV بحلول منتصف العقد المقبل.

في العــام 2010، وللمــرة الأولى في التاريــخ، تجاوزت الاســتثمارات العالمية في الطاقــة المتجــددة تلك الاســتثمارات الموضوعة في الوقود الأحفــوري (بقيمة 187 مليــار دولار مقابل 157 مليار دولار)[11]. في العام نفســه، ارتفع تركيب تجهيزات الطاقة الكهربائية الشمسية في الولايات المتحدة بنسبة 102 في المائة زيادة على تلك التجهيزات التي جرى تركيبها قبل ســنة فقط [12]. كذلك خلال العقد الماضي، جرى إلغاء 166 مقترحا لإنشاء محطات توليد جديدة تعمل بالفحم في الولايات المتحدة، ويرجع سبب ذلك في جزء كبير منه إلى المعارضة الشعبية.

يعمل المهندســون المعماريون والبنّاؤون حاليا على دمــج التصاميم والتقنيات الجديدة التي تخفِّض من استهلاك الطاقة والتكاليف التشغيلية للمباني. وهذا مهم بشكل خاص لأن ما يقرب من 30 في المائة من جميع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO2 تأتي من المباني[13]، ومن بين جميع المباني اللازمة للإنشاء بحلول العام 2050، لايزال ثلثا هذه المباني قيد الإنشاء[14]. وفقا لتقرير وكالة حماية البيئة، «في المتوسط، تُهدر نسبة 30 في المائة من الطاقة المستهلكة في المباني التجارية[15]. كفاءة استخدام الطاقة هي الســبيل الأوحد المهم لوقف هذا الهــدر، وتخفيض انبعاثات الغازات، وتوفير المال».

أجرى بالفعل مئات الملايين من الناس تغييرات في قراراتهم الشرائية في مســعى منهم إلى طلب السلع والخدمات المتدنية في نسبة الكربون. واستجابة لذلك، أثبتت

العديد من الشركات والصناعات ريادتها في التعجيل بإحداث تخفيضات في الكربون والتحوُّل إلى إستراتيجيات مربحة مستندة إلى الاستدامة والتحول إلى الطاقة المتجددة. ويجري تنفيذ تحسينات في كفاءة استخدام الطاقة على نطاق واسع. ولكن في الإجمال، سوف تستمر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في ارتفاعها الحاد إلى أن يتم سنّ سياسات حكومية تعمل على تسريع عملية الانتقال إلى عالم منخفض الكربون.

من أجل المضي قدما في هذا التحول بشكل أسرع بكثير، وبوتيرة ضرورية للبدء في حل أزمة المناخ، ينبغي علينا أولا بناء إجماع سياسي عالمي - بدءا من إجماع في الولايات المتحدة - يكون قويا ما يكفي لدعم التغييرات في السياسات التي من شأنها حل الأزمة: ينبغي علينا وضع ثَمَن مناسب في السوق لانبعاثات ظاهرة تلوث الاحتباس الحراري بفرض ضريبة على الكربون، وسقف للانبعاثات ينخفض باستمرار، وآليات سوق تعزِّز أقصى قدر من الكفاءة في تخصيص النفقات لتحقيق تخفيضات شاملة.

يجب على القادة في المجتمع المدني أيضا وضع ثَمَن سياسي واجتماعي على النشر المضلل للمعلومات الزائفة عن هذه الأزمة الوجودية بواسطة المتهكمين الناكرين لظاهرة الاحترار العالمي، الذين يدرك العديد منهم ذلك أكثر من غيرهم ولكنهم يحاولون الحفاظ على أنماط الأعمال المدمرة ولكن المربحة جدا من خلال زرع البلبلة، والشك الكاذب، والخلاف السياسي لتأخير الاعتراف بالواقع ومنع عَقْد إجماع في الآراء.

في نهاية المطاف، إليكم الخيار الذي نواجهه: بإمكاننا إما أن نجعل حل أزمة المناخ المبدأ التنظيمي المركزي للحضارة العالمية، وإما أن الظروف المعادية التي نخلقها سوف تنمو بسرعة نحو الأسوأ، وتزيد من سماكة الغطاء الخانق لتلوث الاحترار العالمي المحيط بكوكبنا وتدمير قابلية الحياة للحضارة التي نعرفها.

على مدى كل التاريخ المُسجَّل، قمنا بتكوين أنماط حياتنا وتصميم حضارتنا لتنسجم بشكل دقيق مع غلاف ضيق نسبيا من الاختلافات المألوفة في درجات الحرارة، والرياح، والأمطار، والأشرطة الساحلية، وتدفقات الأنهار، وخطوط الصقيع، وتساقط الثلوج. لقد بنينا مجتمعاتنا في أماكن نسميها الوطن - بالقرب من مصادر موثوقة للماء الذي نشربه والحقول المثمرة التي تعطينا الغذاء - في عالمٍ لم تتغير معالمه الطبيعية إلا قليلا على مرّ أكثر من 300 جيل.

منذ انحسـار الأنهـار الجليدية في نهاية العصر الجليـدي الأخير، بفترة لا تبعد طويلا عن بناء أولى المدن واختراع الكتابة التي حافظت على ذاكرة الإنسـان، ونحن نسـلّم جدلا بالنمط الدائم والمسـتقر نسـبيا لانبعاثات الغازات وتيارات المحيط، وموجات الحر ونوبات البرد، ومواسـم الأمطار ومواسم الجفاف، والزراعة في الربيع والحصاد في الخريف، وشراغف الضفادع والفراشات، وغيرها من الظواهر الطبيعية الدائمة التي ميزت عالمنا لقرابة عشرة آلاف سـنة. تماما كما هو معروف أن السمك لا يعلم أنه في الماء - لأنه لا يعرف شـيئا سـوى الماء - كذلك نحن لم نعرف أي شيء سوى الظروف الكونية التي أدت إلى ازدهار البشرية.

جميـع أولئك الذين سـبقونا أضافوا إسـهاماتهم في الإرث المتقن لمؤسسـة الإنسـان الـذي ورّث لنا في عصرنـا. وكل جيل بدوره حافظ عـلى بقائه بفضل هبات الطبيعة نفسـها: تلقيح المحاصيل والنباتـات البرية عن طريق الحشرات والحيوانات الأخرى، والتنقـية الطبيعيـة للميـاه عن طريـق التربـة، والعديـد من الفوائـد البيئية الأخـرى التي يسـميها الاقتصاديون المعـاصرون «خدمات النظام الإيكولوجي».

نحن ننظر إلى كل هذا وأكثر على أنها أمور مسـلّم بها. ونحن نضع كل هذا وأكثر في خطر. التغييرات الكبيرة التي سـببها الإنسان في نمط المناخ الذي عرفناه عـلى الـدوام ونتنبأ به منذ زمن طويـل يمكن أن تعيد ترتيـب البنية الطبيعية للطبيعة بشكل جذري بحيث يصبح من الصعب علينا أن نتخيل التحديات التي سـيواجهها جنسـنا البشري. عندما يُخرج سمكة من الماء، لا تستطيع البقاء على قيد الحياة. وبشـكل مشابه، إذا أحدثنا خللا كاملا في الظروف التي تستند إليها حضارتنا - ليس لبضع سنوات فقط، وإنما لعدة آلاف من السنين - فسيكون أيضا من غير المرجح أن تبقى على قيد الحياة في أي شيء مشابه لشكلها الحالي.

الأمن والاستقرار

إحـدى العواقب العديدة الناجمـة عن الاضطرابات الهائلـة في نمط المناخ المعروفة لدينا على الدوام سـتكون الخطر الأكبر لعدم الاسـتقرار السـياسي. في الواقع، هذا الخطر هو أحد الأسـباب الرئيسـة التي تقـف وراء المخاوف التي

أعرب عنها منذ زمن طويل خبراء الأمن العسكري والقومي في الولايات المتحدة بشأن ظاهرة الاحترار العالمي أكثر من معظم المسؤولين المنتخبين[16]. في كثير من مناطق العالم، ترزح أنظمة الحكم تحت وطأة ضغوط هائلة بوجود عدة دول فاشلة - كالصومال، واليمن، وزيمبابوي، على سبيل المثال - مما يخلق تحديات صعبة للدول المجاورة لها إقليميا. الضغط المتزايد الذي سيصاحب التغيّرات الكبيرة في الأنماط المناخية قد يدفع العديد من البلدان الأخرى إلى شفير الهاوية.

بعد لعبة الحرب التي أدارتها جامعة الدفاع الوطني في الولايات المتحدة لمحاكاة العواقب الجيوسياسية للهجرة الجماعية للاجئي المناخ من المناطق المنخفضة من بنغلاديش، قال رئيس معهد بنغلاديش لدراسات السلام والأمن، اللواء إي. ن. م. منيروزمان: «بحلول العام 2050، سيُغْرِق ملايين النازحين ليس أرضنا ومواردنا المحدودة فقط بل أيضا حكومتنا، ومؤسساتنا وحدودنا»[17].

الاستثناءات القليلة لاستقرار المناخ النسبي الذي طالما تمتعنا به تثبت صحة هذه القاعدة. جاء في دراسة حديثة أجراها ديفيد تشانغ وآخرون بشأن العلاقة بين التقلبات المناخية الطفيفة نسبيا في الماضي والصراعات الأهلية، ونُشرت في دورية الأكاديمية الوطنية للعلوم: «كان الانكماش الاقتصادي الذي يحركه المناخ السبب المباشر للأزمات الإنسانية الواسعة النطاق[18] في أوروبا ما قبل الثورة الصناعية في نصف الكرة الشمالي». وبالفعل، فإن صفحات التاريخ تسجل الآثار الهدّامة للتغيرات الطفيفة نسبيا في الظروف السائدة التي ترعرعنا فيها:

- الحقبة القروسطية الدافئة كانت لها علاقة باختفاء حضارة المايا في أمريكا الوسطى والاستعمار المؤقت للمزارعين القادمين من الدول الإسكندنافية لمنطقة جنوب غرينلاند[19].
- خلال العصر الجليدي الأدنى، أبحر سكان الإسكيمو المتلحفون بالفراء بزوارقهم في اتجاه إسكتلندا؛ أما في أقصى الجنوب، فقد لقي الملايين حتفهم[20] جراء المجاعة الأوروبية التي تمركزت في فرنسا.
- أثارت موجة الأمطار الغزيرة التي هطلت في الصين في القرن الرابع عشر سلسلة من الأحداث التي أدت إلى ظهور مرض الطاعون الأسود[21] الذي أفنى ربع سكان أوروبا.

• الثوران الهائل العجيب لبركان تامبورا[22] في إندونيسيا في العام 1815 ملأ الغلاف الجوي للأرض بالجسيمات وأدى إلى «عام من دون صيف» في العام 1816 مما تسبب في هلاك المحاصيل على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم، وموجة من الثورات في أوروبا، وهجرات بشرية جماعية في مناطق كثيرة بحثا عن الطعام والدفء.

كل هذه الأحداث كانت حوادث متطرفة نادرة ولكنها على الرغم من ذلك تندرج ضمن الحدود الطبيعية للاختلافات المتلازمة مع نفس نمط المناخ الشامل الذي عرفناه على الدوام. وبقدر ما كانت الكوارث الناتجة عن ذلك مريعة، بيد أنها كانت في الأغلب مؤقتة وقصيرة الأمد نسبيا. وفي المقابل، فإن الاضطرابات المناخية الأكبر من ذلك بكثير التي نتسبب فيها نحن تهدِّد بخلق حالة طوارئ على كوكب الأرض تدوم لفترات زمنية تتجاوز نطاق الخيال البشري. وما يقدر بـ 25 في المائة من غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2[23] الذي أطلقناه في الغلاف الجوي هذا العام سيسهم باستمرار في ارتفاع درجات الحرارة لمدة 10 آلاف سنة على الأقل من الآن. إذا أجبرنا الصفائح الجليدية العملاقة في القارة القطبية الجنوبية وغرينلاند على الذوبان، فمن غير المرجح أن تعود بجدول زمني له صلة من قريب أو بعيد بجنسنا البشري.

لقد حدثت تسع من السنوات العشر الأكثر حرارة التي سُجلت منذ أن بدأت القياسات الدقيقة لدرجة الحرارة في ثمانينيات القرن التاسع عشر في السنوات العشر الماضية[24]. وهذه الطاقة الحرارية الإضافية تعطِّل بالفعل حياة الملايين من الناس. الحالات الجوية القاسية والفتاكة التي كانت نادرة الحدوث أصبحت اليوم أكثر شيوعا وأكثر فتكا. وهي توصف أحيانا بأنها تحدث «مرة واحدة كل ألف سنة»، ويخلِّف العديد منها خسائر اقتصادية وبشرية فادحة. ومن المتوقع أن تصبح هذه الحوادث أكثر شيوعا بكثير، وأكثر سوءا إلى حد كبير.

من بين الأمثلة التي وقعت أخيرا: سلسلة الفيضانات في باكستان التي شردت 20 مليون شخص[25]، وزادت من زعزعة الاستقرار في بلد يمتلك الأسلحة النووية؛ وموجات الحر غير المسبوقة التي ضربت أوروبا في العام 2003[26] وأودت بحياة 70 ألف شخص، وضربت روسيا في العام 2010 وأدت إلى مقتل 55 ألف شخص[27]،

والحرائــق الهائلة، وتلف المحاصيل الذي رفع أســعار المــواد الغذائية عالميا[28] إلى مستويات قياسية؛ والفيضانات التي اجتاحت شمال شرق أستراليا في العام 2011[29] وغطت مســاحة بحجم فرنسا وألمانيا مجتمعتين؛ وفترات الجفاف الكبيرة في جنوب الصين[30] وجنوب غرب أمريكا الشمالية في العام 2011؛[31] وحتى الجفاف الأعمق في أكــثر من نصف الولايات المتحدة في العام 2012؛ وإعصار ســاندي الجبار[32] في العام 2012، الذي دمّر أجزاء من نيو جيرسي ومدينة نيويورك؛ والعواصف التاريخية المتعددة ووابل الأمطار الغزيرة في العديد من المناطق من العالم.

دورة المياه العالمية - التي يتســاقط فيها الماء المتبخر من المحيطات على شــكل هطــول الأمطار عــلى الأراضي ومن ثم يعود ليتدفق من جديــد إلى المحيطات عبر الجداول التي تصبح أنهارا - تشــتد حدتها بشــكل جذري وتتســارع جراء الاحترار العالمي. المحيطات الأكثر حرارة تســمح بتبخر مزيد من المياه إلى الســماء. ولايزال الأهم من ذلك هو الحقيقة بأن الهواء الأســخن يحمل مزيدا من بخار الماء[33]. إذا أخذت حمّاما بــاردا، فلن يظهر البخار على المرآة فوق الحوض الموجود في حمّامك. ولكن إذا اغتســلت بماء ســاخن فإن البخار قد يتكاثف على المرآة. ومع وجود هذا الكــم الكبير من الماء في الغلاف الجوي، فهناك أيضا مزيد من الطاقة التي تزيد من حجم العواصف وقوتها الفتاكة.

قــاس العلــماء بالفعل نســبة إضافية من بخــار الماء في الغــلاف الجوي فوق المحيطات تصل إلى 4 في المائة، وعلى الرغم من أن نســبة 4 في المائة لا تبدو نســبة كبــيرة، فإن لها تأثيرا كبيرا في الــدورة الهيدرولوجية[34]. نظرا إلى أن العواصف غالبا مــا تجتاح مســافات قد تصــل إلى ألفي كلــم، فإنها تجمع بخار الماء من مســاحة واسعة من السماء وتجعله يصب في اتجاه الداخل إلى المناطق التي تثير فيها ظروف العاصفة وابلا من الأمطار[35].

وبالمقارنــة، إذا رَفَعْتَ سُــدادة بالوْعة حوض الحمّام المملــوء بالماء، فإن المياه المندفعة للأسفل عبر بالوعة الحوض لا تأتي فقط من المياه الموجودة مباشرة في أعلى بالوعة الحوض، بل من كل أرجاء الحوض. وبالطريقة نفســها، فإن الأحواض الكبيرة لبخار الماء المتجمع في الســماء تصــب نحو «المَصَــارِفْ» المفتوحة فوق الأرض عن طريق العواصف المطيرة والعواصف الثلجية. عندما تمتلئ هذه الأحواض بمزيد من

بخار الماء أكثر من الســابق، يصبح انهمار الأمطار أكثر شدة. يؤدي الهطول الشديد للأمطار الغزيرة إلى حدوث فيضانات كبيرة. تغمر الفيضانات الأراضي وتتســبب في تآكل التربة. وكمية أقل من المياه تتسرب إلى أعماق التربة لإعادة ملء مســتودعات المياه الجوفية[36].

يــؤدي تغير المناخ أيضــا إلى التصحُّر عــن طريق تغيير أنمــاط دوران الغلاف الجــوي وجفاف الأراضي والغطاء النباتي. ذات الحرارة الزائدة التي تحوِّل المياه من المحيطــات إلى بخار تسرِّع من تبخُّر رطوبة التربــة - مما يؤدي إلى حدوث فترات جفاف أطول، وأعمق، وأكثر انتشــارا. بما أن إعــادة ملء «أحواض» الغلاف الجوي لاتزال تســتغرق وقتا طويلا، تعاني مناطق كثيرة في العالم من فترات أطول من عدم هطــول الأمطار بين الفترات التــي تهطل فيها أمطار غزيرة. تــؤدي هذه الفترات الأطــول من درجات الحرارة العالية الواقعة بين حوادث الهطول الشــديد للأمطار إلى جفاف أكثر انتشــارا وأكثر عمقــا. وبمجرد أن تفقد التربة الغطــاء النباتي، يبدأ ســطحها بامتصاص مزيد من الحرارة. وعندما تجــف رطوبة التربة، وتصبح الأرض كأنها مخبوزة في فرن، ترتفع درجات الحرارة المحلية بشكل أكبر[37]، وتصبح التربة السطحية أكثر عرضة لتعرية الرياح[38].

يُنْــذِر العطش والتيبُّس الحاصل في الســلات الغذائيــة الزراعية الأعلى إنتاجية في العالم بأزمة غذائية في المســتقبل قد تكون لها عواقب إنســانية وسياسية مروِّعة للغاية إلى درجة لا يمكن تخيلها. قالت مسؤولة كبيرة تعمل في المركز الدولي لتحسين الذرة والقمح في المكسيك، ماريان بانزيغر: «هناك انفصال هائل عن الواقع مع عدم فهم الناس للخطورة البالغة للوضع الذي نحن فيه»[39].

والعواقب بالنسبة إلى إنتاج الغذاء وتوفير المياه قاسية إلى أبعد الحدود بالفعل. في العام 2012، وإلى حد كبير بســبب الأحــداث المتصلة بالمناخ التي خفَّضت إنتاج المحاصيل، عانى العالم ازديادا قياســيا في أســعار المواد الغذائية لمدة شهر واحد[40]، مع توقع ارتفاعات قياســية في الأسعار للعام 2013[41]. عانت أكثر من 65 في المائة من المناطق في الولايــات المتحدة من ظروف جفاف[42] في العام 2012. وفضلا عن التأثــيرات في الزراعة الصناعية في أمريكا الشــمالية، وروســيا، وأوكرانيا، وأســتراليا، والأرجنتين، تضررت الزراعة المعيشية (زراعة الكفاف) بشكل كبير في كثير من البلدان

الاستوائية وشبه الاستوائية بسبب التبدلات الكبيرة في توقيت ومدة، وحجم أنماط هطول الأمطار نتيجة الخلل الذي يحدثه الاحترار العالمي في الدورة الهيدرولوجية. وقد نقل جاستين غيليس من صحيفة «نيويورك تايمز» عن رام ياداف، أحد مزارعي الأرز في شمال شرق الهند، قوله: «لن يهطل المطر في موسم الأمطار[43]، بل سيهطل في غير موسمه. وموسم البرد يتقلص أيضا».

إلى جانب الآثار التي ناقشناها في الفصل الرابع - التي تشمل استنزاف التربة السطحية والمياه الجوفية والمنافسة التي تواجه المزارعين على الأراضي والمياه من المدن سريعة النمو، والصناعة، وإنتاج الوقود الحيوي - يهدد ارتفاع درجات الحرارة العديد من المحاصيل الغذائية بتخفيضات كارثية في غلة المحاصيل وذلك تحت وطأة الحرارة فقط. الباحث في جامعة ستانفورد ديفيد لوبيل، الذي أكمل أخيرا دراسة عن تأثير ارتفاع درجات الحرارة في المحاصيل الزراعية بالمشاركة مع الباحث ولفرام شيلنيكر من جامعة كولومبيا، قال أخيرا «أعتقد أن هناك قلة دراية بمدى حساسية المحاصيل الزراعية[44] للحرارة، وبمدى السرعة التي يزداد فيها معدل التعرض للحرارة».

في السنوات الثلاث الماضية، غيَّرت البحوث العلمية الجديدة وجهة النظر السائدة منذ زمن طويل لدى الخبراء الزراعيين التي تقول إنه في ظل غياب الجفاف فإن المحاصيل الغذائية لن تتضرر نسبيا بارتفاع درجات الحرارة. كان يعتقد الكثيرون أن المستويات الأعلى من ثاني أكسيد الكربون CO_2 يمكن أن تُسمد نمو النبات بما يكفي لموازنة أي انخفاضات في غلة المحاصيل الناجمة عن وطأة الحرارة. ولكن للأسف، فإن البحوث المكثفة التي أُجريت بهدف تأكيد هذه الفرضية تُظهر الآن أن غلة المحاصيل الغذائية من المرجح أن تتراجع بسرعة أكبر مع ارتفاع درجات الحرارة أكثر مما كان يُعتقد سابقا، وأن تأثير التسميد لثاني أكسيد الكربون CO_2 هو أدنى بكثير مما كان متوقعا[45]. علاوة على ذلك، يبدو أن الأعشاب الضارة تستفيد من الزيادة الإضافية في ثاني أكسيد الكربون CO_2 أكثر بكثير[46] من استفادة المحاصيل الغذائية.

مع استمرار درجات الحرارة في الارتفاع، فإن الذرة - المحصول الأكثر زراعة على نطاق واسع في العالم - على ما يبدو ستكون الأكثر عرضة لوطأة الحرارة. تبدأ غلة

محصول الذرة بالتناقص مع معدلات درجات الحرارة التي تشـهدها الأرض بانتظام في أشـهر الصيف. كل يوم خلال موسـم النمو (تقريبا من بداية شهر مارس وحتى نهاية شهر أغسطس) ترتفع به درجات الحرارة فوق عتبة 84 درجة فهرنهايت (29 درجة مئوية)، تنحفض فيه غلة محصول الذرة بنسبة 0.7 في المائة.

مع زيادة سـخونة درجات الحرارة فوق عتبـة 84 درجة فهرنهايت(47)، يتراجع المحصـول وينخفـض أكثر مع كل درجة حـرارة إضافية(48). إذا ما سُـمِحَ لدرجات الحـرارة في الولايـات المتحـدة بالارتفاع بقدر مـا هو متوقـع الآن نتيجة لظاهرة الاحتبـاس الحـراري، فإنه بحلول نهاية هذا القرن قـد تنخفض غلة محصول الذرة بنسـبة الثلث بسـبب وطأة الحرارة وحدها، ومع تأثير الجفاف المتفاقم والخلل في أنماط هطول الأمطار سـتكون هناك ضريبة أكبر على عوائد هذا المحصول(49). فول الصويا له عتبة لتحمل وطأة الحرارة أعلى من عتبة الذرة (86 درجة فهرنهايت/ 30 درجة مئوية)، ولكن نفس الانخفاضات المتسـارعة في محاصيل فول الصويا سـتبدأ عندما تصل درجات الحرارة إلى ذلك المعدل أو تتجاوزه(50). في نصفي الكرة الأرضية الشـمالي والجنوبي تكون فترة الموسم الحار أطول؛ والربيع يأتي قبل موعده بأسبوع تقريبـا (ويحلّ الخريف بعد موعده بأسـبوع تقريبا)(51). وعـلاوة على ذلك، فإن تناقـص حجم الكتل الجليدية الجبلية والأنهار الجليدية يزيد من تفاقم نقص المياه لأغـراض الزراعة في العديد مـن المناطق المهمة، لأنه يحدث فيضانات ربيعية كبيرة قبل أوانها خلال العام ويحرم هذه المناطق من المياه(52) خلال أشهر الصيف الحارة عندما تشـتد الحاجة إليها. وفيما ينصب التركيز عـادة على ارتفاع درجات الحرارة خـلال النهار، فإن ارتفاع درجـات الحرارة في أثناء الليل لا يقل أهمية عن ذلك(53). تؤكد كل من نماذج الحاسوب وعمليات الرصد المتلازمة أن الاحترار العالمي يزيد من ارتفاع درجات الحرارة ليلا أكثر من ارتفاعها في أثناء النهار(54).

وفقا لبعض الدراسـات، كل درجة واحدة من الحـرارة الزائدة في الليل يقابلها تناقص خطيّ في غلال محصول القمح(55). أظهرت مراجعة عالمية موسعة لتأثير تغير المنـاخ على غلال المحاصيل الزراعية بين العامين 1980 و2010 أن إنتاج القمح على مسـتوى العالم انخفض بنسبة 5.5 في المائة بسـبب عوامل متعلقة بالمناخ(56). وقد نَـشَر باحث في المعهد الدولي للأرز في الفلبين، شـاوبينغ بينـغ، في دورية الأكاديمية

الوطنية للعلوم نتائج تبيِّن أن غلة الأرز تراجعت بنسبة 10 في المائة مع كل ارتفاع في الحرارة بدرجة مئوية واحدة[57] في أثناء الليل خلال الفترة الجافة من موسم النمو، علما بأنه لم تكن هناك انخفاضات مهمة في غلة المحصول مرتبطة بزيادة درجات الحرارة القصوى خلال النهار.

تتزايد الأمراض والآفات التي تصيب المحاصيل أيضا مع ظاهرة الاحترار العالمي. يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى اتساع نطاق الحشرات الضارة للمحاصيل الغذائية، وإرسالها إلى مسافات أبعد شمالا في نصف الكرة الشمالي وجنوبا في نصف الكرة الجنوبي، وإلى ارتفاعات أعلى فوق سطح البحر. وقد كتب فريق من علماء المحاصيل ينشرون في دورية «رسائل البحوث البيئية» ما يلي: «هذه التوسعات في نطاق الحشرات قد تكون لها آثار اقتصادية كبيرة من خلال زيادة تكاليف البذور والمبيدات الحشرية، وانخفاض غلة المحاصيل، والآثار النهائية للتغييرات في تباين غلال المحاصيل»[58].

قرر علماء آخرون أن المستويات الأعلى من ثاني أكسيد الكربون CO_2 تحرِّض أيضا مجتمعات الحشرات. اختبر عالم الأحياء النباتية إيفان ديلوتشيا مع فريق من علماء الحشرات في جامعة إلينوي تأثير مستويات ثاني أكسيد الكربون المرتفعة في فول الصويا، ووجدوا أن حشرات المَنّ (قَمْل النبات) والخنافس اليابانية[59] توافدت بأسراب كبيرة على فول الصويا المزروع في بيئات فيها نسب أعلى من ثاني أكسيد الكربون CO_2، والتهمت معظمها، وعاشت فترة أطول، وولَّدت المزيد من البيض. «وهذا يعني أن الخسائر في المحاصيل قد ترتفع في المستقبل»[60] على حد قول ديلوتشيا.

وجد علماء آخرون في فريق ديلوتشيا أن ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون جعل نباتات فول الصويا تُثبِّط الجينات المهمَّة لإنتاج المواد الكيميائية التي تساعدها على الدفاع عن نفسها ضد الحشرات عن طريق إعاقة الأنزيمات في بطون الخنافس التي تهضم نباتات فول الصويا، وتثبيط الجينات الأخرى التي تستخدمها نباتات فول الصويا[61] لجذب الأعداء الطبيعيين من الخنافس. ونتيجة لذلك، ووفق كلير كاستيل، وهي واحدة من أعضاء الفريق، فإن فول الصويا الذي يزرع في بيئات فيها مستويات عالية من ثاني أكسيد الكربون CO_2، «يبدو عاجزا أمام الحيوانات العاشِبة»[62].

درجـات الحـرارة المرتفعة لها التأثير نفسـه في زيادة أعـداد الآفات في معظم المناطق من العالم. قال أحد رؤسـاء مجموعة بحثية زراعية آسـيوية دولية، براموود ك. أغراوال: «حالات الطقس الحارة والمواسـم الجافة الطويلة المرتبطة بتغير المناخ قد يثبت أنها الحافز المثالي لانتشـار الآفات والأمراض. وهي بالفعل الأعداء المخيفة التـي تؤثر في المحاصيل الغذائية»[63]. وذكر فريق من العلماء الهنود، آخذين بعين الاعتبـار أن الحشرات هي حيوانات باردة الدم، أن «درجة الحرارة هي على الأرجح العامل البيئي الأهم الذي يؤثر في سـلوك الحشرات، وانتشارها، ونموها، وبقائها على قيد الحياة، وتكاثرها... وتشير التقديرات إلى أن ارتفاع درجة الحرارة بمعدل درجتين مئويتـين (2)، قد يزيد مـن دورات حياة الحشرات من واحدة إلى خمس دورات في الموسم الواحد»[64].

وجد العلماء في المركز الدولي للزراعة الاسـتوائية، على سبيل المثال، أن محصول الكسـافا (المنيهوت) في جنوب شرق آسيا- الذي تقدر قيمته بنحو 1.5 مليار دولار كل عام - مهدد بشـكل خطير من الآفات والأمـراض النباتية التي تتفشى بكثرة مع ارتفـاع درجات الحرارة[65]. ووفق عالم حشرات الكسـافا توني بيلوتي: «وضع آفات الكسـافا في آسيا هو وضع خطير جدا كما هو عليه الآن. ولكن وفقا لدراساتنا، فإن ارتفاع درجات الحرارة قد يجعل الأمور أسـوأ بكثير مما هي عليه». ويضيف بلوتي قائلا: «إن تفشي فصيلة واحدة من هذه الآفات الضارية يعتبر أمرا في غاية السـوء، ولكن نتائجنا تظهر أن تغير المناخ قد يثير موجات متعددة ومشتركة من هذا التفشي عبر جنوب شرق آسيا، وجنوب الصين ومناطق زراعة الكسافا في جنوب الهند»[66].

الميكروبات التي تسـبب الأمراض البشرية - والأنواع التي تحملها- تتوسع هي أيضا في مداها. في المناطق المعتدلة ذات الكثافة السكانية العالية في العالم، الظروف المناخية السـائدة التي تطورت فيها الحضارة كانت غـير مؤاتية لعيش العديد من الكائنات الحية المسـببة للأمراض. لكن الآن ومع تحرك موجات الطقس الحار نحو القطب، تتحرك معها بعض هذه الكائنات المُسببة للأمراض.

وفقا لدراسـة في العلوم أجراها الباحث في جامعة برينسـتون أندرو دوبسون وآخـرون، فإن الاحـترار العالمي هو الذي يسـبب انتشـار البكتيريا والفيروسـات والفطريـات التي تسـبب الأمـراض البشريـة في مناطق كانت في السـابق عدائية

تجاهها. «تغير المناخ يحدث خللا في النظام الإيكولوجي بطريقة تجعل سبل الحياة أفضل بالنسبة إلى الأمراض المعدية» على حد قول دوبسون. «تراكم الأدلة يجعلنا نشعر بقلق بالغ». وقال أحد الكتّاب الآخرين المشاركين في هذه الدراسة، ريتشارد س. أوستفيلد: «إننا نشعر بالهلع لأنه من خلال مراجعة الأبحاث على مجموعة متنوعة من الكائنات الحيّة المختلفة، بدأنا نرى أنماطا مماثلة بشكل لافت للزيادات في انتشار المرض أو حدوثه مع ارتفاع حرارة المناخ»[67].

على الرغم من ازدياد انتشار السفر الدولي بشكل كبير ونقل بعض الحشرات الحاملة للأمراض من دون علم من المناطق المتوسطة إلى مناطق أخرى، تسهم الظروف المناخية المتغيرة في انتشار أمراض مثل حمى الضنك وفيروس غرب النيل وغيرها[68]. وكتب اتحاد العلماء المهتمين أن «تغيُّر المناخ يؤثر في حدوث وانتشار الأمراض عن طريق التأثير في حجم السكان وتشكيلة المضيفين والمُمْرِضَات، وطول موسم انتقال العدوى، وتوقيت وشدة[69] موجات التفشي».

وذكروا أيضا أن «الظواهر الجوية الشديدة مثل هطول الأمطار الغزيرة أو الجفاف غالبا ما تؤدي إلى تفشي الأمراض، لا سيما في المناطق الأكثر فقرا التي قد تكون فيها تدابير العلاج والوقاية شحيحة. البعوض على وجه الخصوص حسّاس بشكل بالغ للحرارة». إجراء التحسينات على نُظُم الصحة العامة يعتبر في غاية الأهمية لمكافحة انتشار هذه الأمراض المهاجرة، ولكن يُمارس ضغط على عديد من البلدان ذات الدخل المنخفض للعمل على إيجاد الموارد اللازمة لتوظيف وتدريب مزيد من الأطباء والمُمَرِّضات، والاختصاصيين في الأمراض الوبائية. كما أنهم حذروا أيضا من أنه في كثير من المناطق التي تنتشر فيها هذه المُمْرِضَات ومضيفاتها مع ارتفاع درجات الحرارة، «سوف لن يكون لدى السكان المتضررين سوى مناعة قليلة أو معدومة، مما يجعل هذه الأوبئة تسبب مستويات عالية من الأمراض والوفاة»[70].

في صيف العام 2012، شهدت الولايات المتحدة أسوأ تفشٍ لفيروس غرب النيل[71] منذ وصوله لأول مرة إلى الساحل الشرقي لولاية ميريلاند في العام 1999 وانتشاره بسرعة في جميع الولايات الخمسين في غضون أربع سنوات فقط، وذلك خلال فترة تميزت بارتفاع درجات الحرارة على نحو غير طبيعي. وكانت ولايتا دالاس

وتكســـاس، أولى الولايات التي أعلنت حالة الطوارئ في الصحة العامة وبدأت بالرش الجــوي للمدينة للمرة الأولى منذ العــام 1966[72]. ومع بلوغ درجة القلق ذروتها، أصدر المسؤولون في السلامة العامة نداء[73] للجماهير من أجل وقف الاتصال برقم الإسعاف 911 عندما يتعرضون لعضات البعوض. وتفشى المرض في نهاية المطاف[74] في ثمان وأربعين ولاية من الولايات الخمســـين مع نهاية العام 2012 ، وأودى بحياة 234 شخصا على الأقل.

كتب الراحل بول إبشـــتاين، الذي كان أستاذا في كلية الطب بجامعة هارفارد وأحد أصدقـــائي الحميمين، في العام 2001 حول العلاقة بـــين فيروس غرب النيل وأزمة المناخ. وقـــال إنه في الآونة الأخـــيرة «لدينا أدلة دامغة على أن الحـــالات الجوية التي تضاعف دورة حياة المرض هي الشتاء المعتدل الذي ترافقه موجات جفاف وحرارة طويلة الأمد - وهي الظواهر الشديدة الطويلة الأجل للطقس المرتبطة بتغير المناخ»[75].

وفقا لكريســـتي ويلكوكس التي تعمل في مجلة «ســـاينتفيك أمريكان» (المجلة العلمية الأمريكية):

> كانوا يتنبأون بآثار تغير المناخ في غرب النيل[76] لأكثر من عقد من الزمان. فإن كانوا على حق، فإن الولايات المتحدة ستواجه أسوأ أنواع الأوبئة... وجدت الدراســـات أن البعوض يلتقط الفيروس بســـهولة في درجات الحرارة المرتفعة. كما أن درجـــات الحرارة المرتفعة تزيد أيضا من احتـــمال انتقال العدوى، لذا كلـــما كان الطقـــس أكثر حـــرارة، زاد احتمال حمل البعـــوض الذي يعض طيرا مصابـــا للفيروس وأيضا احتمال أن ينقل هـــذا الفيروس إلى مضيف بشري من دون علمه. في الولايات المتحدة، جرى ربط بؤر انتقال العدوى بشـــكل وثيق مـــع ارتفاع درجـــات الحرارة في الصيف فـــوق معدلها الطبيعـــي. وعلى وجه الخصوص، فإن ســـلالة فيروس غرب النيل في الولايات المتحدة تنتشر بشـــكل أفضـــل في أثناء موجات الحر، وكان يُعزى انتشـــار فيروس غرب النيل في اتجاه الغـــرب إلى الحرارة التي في غير أوانها. درجات الحرارة العالية هي المســـؤولة أيضـــا عن انتقال الفيروس من فصيلة واحدة من البعوض إلى مزيد من فصائل البعـــوض التي تحبِّـــذ المناطق الحضرية، ما يـــؤدي إلى موجات تفشٍ في أنحاء الولايات المتحدة... رُبطت حالات الحدوث القياسية لمرض فيروس غرب النيل بقوة بأنماط المناخ العالمي والآثار المباشرة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

في العام 2010، شــهد العالم أكثر الســنوات حرارة منذ بدء الاحتفاظ بتســجيل لدرجات الحرارة، وختمت أكثر العقود الزمنية حرارة التي قِيســت على الإطلاق[77]. في العــام 2012، حطّم الرقم القياسي في درجات الحرارة المرتفعة. شــهر أكتوبر من العام 2012 كان الشــهر الرقم 332 على التوالي[78] الذي سُجلت فيه درجات حرارة عالميــة فوق المعدل الطبيعــي على مدار القرن العشرين. أســوأ موجة جفاف منذ حــدوث الطبق الرمــلي (Dust Bowl) لعواصف الغبار التــي حدثت في ثلاثينيات القرن العشرين أتــت على الأخضر واليابس من المحاصيل وجففت مخزونات المياه في العديــد من المجتمعات. وقد اضطر العديد من المزارعين بالفعل إلى التكيف مع جفاف التربة. تســبب نقص المياه في تراكم السموم في الذرة والمحاصيل الأخرى غير القادرة على معالجة الأسمدة النيتروجينية[79].

الحمّى العالمية

من أجل تحديد الفرق بين ظاهرة الاحترار العالمي والتغير الطبيعي، أصدر الدكتور جيمس هانسن، أحد خبراء المناخ الأكثر تأثيرا في الأوساط العلمية، مع اثنين من زملائه، ماكيكو ســاتو وريتو رودي، تحليــلا إحصائيا مبتكرا[80] لدرجــات الحرارة القصوى في جميع أنحاء العالم من العام 1951 حتى العام 2010 والتي قارنت فترة القيمة القاعديّة الطبيعية من العام 1951 إلى العام 1980 إلى العقود الأخيرة، ومن العام 1981 إلى العام 2010، خصوصا في الســنوات القليلة الماضية عندما كانــت تتجلى آثار الاحترار العالمي بشكل بارز أكثر.

ومن خلال تقسيم درجات الحرارة السطحية لكل العالم تقريبا إلى قطاعات مساحة كل واحد منها 150 ميلا مربعا، استطاع هانسن حساب وتيرة درجات الحرارة القصوى (وجميع درجات الحرارة الأخرى) خلال الســنوات الســتين الماضيــة. والنتائــج - التــي لا تعتمــد على النــماذج المناخية، أوعلم المناخ، أو أي نظريات ســببية - تبين بوضوح أن هناك ارتفاعا في درجات الحرارة القصوى في الســنوات الأخيرة يصل إلى 100 ضعف مقارنة بالعقود الســابقة. ويظهــر التحليل الإحصائي أنه في الســنوات القليلة الماضية، كانــت درجات الحرارة القصــوى تحدث بانتظام على مســاحة 10 في المائة تقريبا من ســطح الأرض، فيما كانت مثل هذه الحوادث خلال العقود الســابقة تقع على مساحة تتراوح بين 0.1 و 0.2 في المائة فقط من سطح الأرض[81].

والتشــبيه الذي اختاره هانسن لتفسير هذا الفرق يتألف من زهريّ نَرْد، يحوي كل منهــما الأطراف الســتة المطلوبة. يحوي زهر الـنَّرد الأول، الذي يُظهر معدلات درجات الحرارة على مدار السنوات بين العامين 1951 و1980، طرفين يمثلان المواسم «الطبيعية»، وطرفين يمثلان المواســم «ذات الحــرارة فوق المعدل الطبيعي»، ويمثل الطرفــان الأخيران المواســم «ذات البرودة تحت المعدل الطبيعــي». وقد كان هذا يعتبر التوزيع «الطبيعي» لدرجات الحرارة. أما زهر النَّرد الثاني، الذي يُظهر معدلات درجات الحرارة في الســنوات الأخيرة، فَلَه طرف واحد فقط يمثل الموســم الطبيعي وطرف واحد فقط يمثل الموســم الأبــرد من المعدل الطبيعــي، وثلاثة أطراف تمثل المواسم الأكثر حرارة من معدلاتها الطبيعية، فيما يمثل الطرف الأخير المتبقي المواسم ذات الحرارة العالية جدا - وهي المواســم التي تتجاوز فيها درجات الحرارة حدود المعدلات الإحصائية التي كانت سائدة[82].

بلغــة الإحصائيــين، فإن الانحراف المعيــاري يقيس كميا كــم يختلف مدى، أو امتداد، مجموعة معينة من الظواهر عن متوســط الامتداد. المواســم المتطرفة - في هــذه الحالــة، إما الحارَّة على نحــو غير طبيعي أو الباردة عــلى نحو غير طبيعي - تحدث بشــكل طبيعي بوتيرة أقل بكثير من المواسم العاديِّة أو شبه العاديِّة. ونظرا إلى أن المواســم التي تتميز بدرجات حرارة قصوى كانت في الســابق تحدث بوتيرة أقلّ، بيد أنها كانت في أغلب الأحيان تدهشنا، على الرغم من حدوثها ضمن المعدل المتوقع طبيعيا. المواســم التي لها ثلاثة انحرافــات معيارية عن المعدل كانت نادرة للغاية، ولكنها لاتزال تحدث من حينٍ إلى آخر كجزء من المعدل الطبيعي.

المتوســط العام لدرجة الحرارة هــو أكثر دفئا على العموم عــلى الرغم من أن حــالات البرد الشــديد لاتزال تحدث باســتمرار، وإن كانت نــادرة. وبعبارة أخرى، انتقل التوزيع الكامل لدرجات الحرارة إلى القيم الأكثر دفئا، واتسع ناقوس المنحنى التوزيعي وأصبح مسطَّحا بشكل طفيف، بحيث أصبح هناك مزيد من التقلبات في درجات الحرارة أكثر مما كان يحدث ســابقا. ولكن الاكتشــاف الأكثر أهمية هو أن وتيرة درجات الحرارة العالية القصوى قد ارتفعت بشكل كبير[83].

يستنتج هانسن أن مرد ذلك هو الاحترار العالمي - وبالفعل، فقد اتضح أن هذه النتائج تنســجم تماما مع مــا تنبأ به علم الاحترار العالمي منــذ زمن طويل (في كم

هائل من الدراسـات الأخرى، أثبت هانسن وعلماء مناخ آخرون حول العالم سببية هذا الأمر إلى درجة وصفتها معظم الأوسـاط العلمية العالمية تقريبا بأنها «قاطعة لا لبس فيها على الإطلاق» و«غير قابلة للجدل»). بيد أن النتائج نفسـها تستند إلى رصـد لدرجات الحرارة الفعلية في العالم الحقيقي. وهـو رصد لا يمكن الجدل فيه، وآثاره واضحة بقوة.

وكما جاء في القول المأثور الدارج في ولاية تينيسي، إذا رأيتَ سـلحفاة على قمة عمود السـيّاج، فمن المرجح كثيرا أنها لم تصعد إلى هنـاك من تلقاء ذاته[*]. والآن نحن نرى السـلاحف على كل عاشر عمود للسيّاج في كل حقل من حقول في العالم. وهذه السـلاحف لم تصعد إلى هناك من تلقاء نفسـها. فمن الواضح تماما الآن أن جميع درجات الحرارة القصوى والأحداث المناخية المتطرفة المرتبطة بها هي أشـبه بالسلاحف على قمة عمود السيّاج. وهذه الأمور لم تحدث من دون تدخل الإنسان في المناخ.

في العـام 2012، أصـدر الرئيس الجديـد للبنك الدولي جيم يونغ كيم دراسـة تبـين أن درجات الحرارة من المرجح أن ترتفع بنسـبة 4 درجات مئوية (7.2 درجة فهرنهايت)[84] إذا لم تُتخذ خطوات جريئة للحد من انبعاثات ثاني أكسـيد الكربون CO_2، وأنـه لا يوجـد «أي تأكيد بأن تكيُّف العالم مع ارتفاع درجة الحرارة بنسـبة 4 درجات هو أمر ممكن»[85]. يسـتخدم جيرالـد ميهل، من المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي، تشـبيها مختلفا لتفسير ما يحدث: إذا تمكن لاعب بيسبول يتعاطى المنشطات من إحراز نقطة بإتمام دورة ركض كاملة، فمن الممكن أن يستطيع إنجاز الشيء نفسه من دون تعاطي المنشطات. ولكن حقيقة أنه تناول منشطا بشكل غير قانـوني لتعزيز الأداء يجعل احتمال إكمالـه دورة ركض كاملة عندما يأتي دوره مرة ثانية باسـتلام المِضْرب أمرا مرجحا أكثر بكثير. في ظل تشـبيه ميهل، فإن 90 مليون طـن من التلوث الناجم عن الاحترار العالمـي الذي نبثه في الغلاف الجوي كل أربع وعشرين سـاعة هو مثل المنشطات للمناخ. أظهرت دراسة مبتكرة أُجريت في العام

(*) في الماضي البعيد قبل إنتاج المبيدات الحشرية، كان المزارعون يدركون أن السلاحف، والطيور، والخفافيش كانت صديقة لهم. ولحماية السلاحف في أثناء فلاحة الأراضي، كان صبيان وفتيات المزرعة يجوبون الحقل في جميع أرجائه قبل عملية الفلاحة لإنقاذ السـلاحف. وكانوا يضعونها على قمة أعمدة السـياج، وبعـد الانتهاء من فلح الأرض كان يُطلق سراح السلاحف، في الأغلب عند غروب الشمس.

2012 عن التنبؤات المناخية خلال العقد الماضي أن التوقعات المستقبلية «الأسوأ حالا» هي التي يُرجح حدوثها في الأغلب[86].

تُسهم الزيادات في متوسط درجة الحرارة العالمية والزيادة في وتيرة حدوث ارتفاع درجات الحرارة القصوى التي يعمل هانسن وآخرون على توثيقها في ذوبان جميع المناطق المغطاة بالجليد على الأرض. قبل ثلاثين سنة فقط، كان المحيط المتجمد الشمالي مغطى بشكل كامل بالجليد في فصل الصيف كما في فصل الشتاء. هل تذكرون ذلك؟ كان البعض يسميه القلنسوة الجليدية القطبية الشمالية. أخبروا أحفادكم كيف كان هذا الجبل الجليدي يفصل منطقة أوراسيا عن أمريكا الشمالية والمحيط الأطلسي عن المحيط الهادئ على مدار السنة. العام الماضي الذي شهد مستويات متدنية قياسية لحجم الجليد الذي يغطي المنطقة هو مؤشر لافت إلى تسارع نمط الذوبان الذي أدى إلى انحسار 49 في المائة من الجليد[87] في غضون ثلاثة عقود، ومن الممكن، من وجهة نظر العديد من علماء الجليد، أن يؤدي ذلك إلى انحسار الجليد بنسبة 100 في المائة في أقل من عقد من الزمان[88].

بعض شركات النقل البحري تشعر بالحماس لأن خط بحر الشمال الأسطوري مفتوح الآن على مدى عدة أشهر في السنة. لقد عبرت سفينة صينية، اسمها سنو دراغون (التنين الثلجي)، القطب الشمالي في طريقها إلى أيسلندا ذهابا وإيابا[89] في صيف العام 2012. ويجري حاليا تركيب كيبل من الألياف الضوئية عالي السرعة لربط أسواق الأسهم في طوكيو مع نظيراتها في مدينة نيويورك وذلك لإتمام الصفقات التي تتم عبر الحاسوب بسرعة أكبر[90]. وأساطيل صيد الأسماك تستعد لاستغلال الموارد البيولوجية الغنية للمحيط المتجمد الشمالي، التي كانت حتى الآن محميّة بواسطة الجليد[91]. وتدرس القوات البحرية لبعض البلدان مسألة تحريك الأصول العسكرية إلى داخل هذه المنطقة[92]، علما بأنه بدأت هناك أيضا مشاورات بشأن إمكان عقد اتفاقيات لتعزيز الحل السلمي للقضايا التي تتعلق بالأمن، والسيادة، والتنمية للمحيط المتجمد الشمالي عندما يصبح خاليا من الجليد في فصل الصيف.

تشعر العديد من الشركات النفطية بالسعادة الغامرة من وجود آفاق لفرص تنقيب جديدة[93]، وبعض هذه الشركات قد نقل فعلا منصات التنقيب إلى المكان. ولكن عواقب حدوث انفجار عرضيّ في فوهة البئر الموجودة في الجزء السفلي من

المحيط المتجمد الشـمالي بشـكل مماثل لكارثـة شركة النفـط البريطانية (بريتش بيتروليـوم) BP في العام 2010 سـيكون أمرا كارثيا أكبر بكثـير وأكثر صعوبة بكثير للتعامـل معه مما هي الحال في خليج المكسـيك، أو في غيره مـن المواقع العديدة الموجـودة في المياه العميقة التي يـؤدي فيها انفجار فوهـات الآبار[94] إلى تسرب نفطـي كبير. التكنولوجيا الجديدة نسـبيا وغير الكاملة المسـتخدمة في التنقيب في المياه العميقة محفوفة بكثير من المخاطر بشكل أكبر من مخاطر التنقيب التقليدية لأن معـدلات الضغـط في قاع المحيـط مرتفعة جدا. التنقيب عـن النفط في الجزء السفلي من المحيط المتجمد الشمالي، وتعريض النظام البيئي النظيف لخطر تسرب نفطي كبير حيث يستحيل إجراء عمليات التصليح والإنقاذ في معظم أوقات السنة، هو مسـعى متهور بشكل عَبَثيّ. الرئيس التنفيذي لشركة النفط الفرنسية المتعددة الجنسـيات «توتال» (Total) خرج عن سياسـة الصناعة التي يعمـل بها في العام 2012، وأعرب عن رأيه بأن التنقيب عن النفط في المحيط المتجمد الشـمالي يشكل مخاطر بيئية غير مقبولة[95] ويجب أن يتوقف.

تشـهد بيئة المحيط المتجمد الشمالي بالفعل تغييرات كبيرة. لقد أصيب العلماء بصدمة في العام 2012 عندما اكتشـفوا أكـبر مجموعة منتشرة من أزهار الطحالب جرى تسـجيلها على الإطلاق على الأرض التي كانت تمتد من المناطق المفتوحة من المحيط المتجمد الشمالي تحت الغطاء الجليدي المتبقي - وهـي ظاهرة لم يسبق لها مثيل من قبل، وكانت تعتبر من المستحيلات. ويفسر الباحثون السبب المرجح لهذه الظاهرة الجديدة بأن الجليد المتبقي الآن يشكل طبقة رقيقة جدا لدرجة أن أشعة الشـمس تخترق المحيط الذي تحتها[96] وتوفر طاقة لنمو هذه الطحالب، خصوصا في ظل عدم وجود العديد من البرك المائية التي تغطي سطح هذه الطبقة الجليدية.

سـوف تشـمل عواقب ذوبان القلنسـوة الجليدية في القطب الشمالي تأثيرات كبـيرة على أنمـاط الطقس تمتد أقصى الجنـوب لتصل إلى داخـل المناطق المعتدلة المكتظة بالسـكان. امتصاص الحرارة المتزايد بشكل كبير في المحيط المتجمد الشمالي الخالي من الجليد في فصل الصيف سـتكون له عواقب بالنسبة إلى موقع ونمط[97] التيارات المتدفقة الشـمالية ومسارات العاصفة خلال مواسم الخريف والشتاء، مما يُعدِّل تيـارات المحيط وأنماط الطقس في جميع أنحاء نصف الكرة الشـمالي، وربما

أبعــد من ذلك[98]. علاوة على ذلك، إذا كان النمط العالمي المألوف منذ زمن طويل للرياح وتيارات المحيط يُدفَعْ نحو اتخاذ شكل جديد تماما، فإن النمط القديم قد لا يعود إلى الظهور من جديد على الإطلاق.

اليابســة المحيطة بالمحيط المتجمد الشــمالي تتعرض هي أيضا لارتفاع درجة الحــرارة، مما يذيــب التندرا(*) المتجمــدة التي تحتوي على كميــات هائلة من الكربــون الدفــين في النباتات الميتة. ومع ذوبان التندرا تســخن هــذه النباتات وتتعفــن. وتحــوّل الميكروبات الكربون إلى ثاني أكســيد الكربــون CO_2 أو غاز الميثــان[99]، اعتمادا على كميــة الرطوبة في التربة. وتوجد رواســب ضخمة أيضا من غاز الميثان داخل تشــكيلات الجليد البلّورية المجمدة التي تســمى المشابك (Clathrates) في التنــدرا، في الجــزء الســفلي من العديد مــن البحيرات والبرك الضحلة المجمدة المحيطة بالقطب الشــمالي[100]، وفي بعض أجزاء من قاع البحر تحت المحيط المتجمد الشــمالي. تحمل فقاعات غــاز الميثان الطاقة الحرارية إلى الأعلى، ما يذيب الجانب الســفلي من الجليد - الــذي يزيد بالتالي من امتصاص المياه للحرارة[101] عندما تخترق أشــعة الشــمس طبقــة الجليد غير القادرة على عكس تلك الأشعة على الإطلاق.

يكافح العلماء لقياس كمية غاز ثاني أكســيد الكربــون CO_2 وغاز الميثان التي يمكن أن تنبعث، ولكن المنطقة المعنية شاســعة جــدا إلى درجة أن عملهم في غاية الصعوبــة. ولكنهم وجدوا بالفعــل أن كمية الغازات التي يجــري إطلاقها للخارج تجاوزت توقعاتهم[102] في هذه المرحلة المبكّرة من الاحترار العالمي.

علاوة على ذلك، اكتشف العلماء في العام 2012 احتمال أن تكون هناك رواسب هائلة مــن غاز الميثان، تحت الغطــاء الجليدي في القطب الجنــوبي[103]، بكميات ضخمــة قد تصل أحجامها إلى حجم غاز الميثان المحبوس حاليا في التندرا في القطب الشمالي والرواسب الساحلية. بما أن المشابك تبقى في مكانها بسبب درجات الحرارة البــاردة ودرجات الضغط العالية، فــإن ترقق صفائح الغطــاء الجليدي في القطب الجنــوبي يمكن، وفق ما يخشى العلماء، أن تخفض درجات الضغط تحت الجليد إلى درجة تثير إطلاق غاز الميثان.

(*) السهل الأجرد في المنطقة القطبية الشمالية [المترجم].

التغييرات الجارية في القارة القطبية الجنوبية وغرينلاند هي محور دراسة مكثفة يقوم بها العلماء الذين يحاولون حساب المقدار الذي سترتفع به مستويات سطح البحر، ومعدلات ذلك الارتفاع. كلا الغطاءين الجليديين يجري زعزعة استقرارهما ويفقدان كتلا جليدية بمعدل متزايد[104]، ما يؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بسرعة أكبر بكثير مما كان متوقعا قبل عقد من الزمن فقط.

طوال تاريخ الحضارة المدنية، كانت البحار ترتفع في مستوياتها ببطء وبلطف مع ارتفاع درجات الحرارة في الفترة الواقعة بين العصور الجليدية التي تسببت في التمدد الحراري لحجم المحيطات، وذوبان بعض الجليد على اليابسة. ولكن مع التراكم السريع لغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وغازات الاحتباس الحراري الأخرى في الغلاف الجوي خلال نصف القرن الماضي، تسارعت وتيرة الاحترار العالمي وتسارع معها أيضا ذوبان الجليد في كل مكان تقريبا على كوكب الأرض.

من المعروف أن التوقعات بشأن معدل ارتفاع مستوى سطح البحر بالغة الصعوبة، ويعود ذلك جزئيا إلى أن العديد من العلماء يستخدم نماذج معايرة تستفيد من بيانات مستمدة من دراساتهم لانحسار الأنهار الجليدية في نهاية العصر الجليدي الأخير عندما كانت الظروف مختلفة جدا عن تلك التي نواجهها الآن. القياسات الجديدة للكتل الجليدية في غرينلاند والقارة القطبية الجنوبية التي تتم فوريا عبر الأقمار الاصطناعية سوف تحسّن في القريب العاجل الفهم العلمي لهذه العملية، ولكن هذه القياسات لم تؤخذ إلا منذ بضع سنوات فقط. ويتطلب الأمر مزيدا من الوقت لبناء الثقة فيما تقدمه هذه القياسات للأوساط العلمية. بيد أن عمليات الرصد التي جرت أخيرا في كل من غرب القارة القطبية الجنوبية وغرينلاند، تؤكد بالفعل[105] انحسارا خاطفا ومتسارعا للجليد. بعد حادثة الذوبان الغريبة جدا التي أصابت 97 في المائة من سطح غرينلاند في شهر يوليو من العام 2012، قال بوب كوريل، رئيس لجنة «تقييم أثر المناخ على القطب الشمالي» (ACIA): «لقد كانت صدمة صاعقة بالنسبة إلينا»[106].

جيمس هانسن، هو أحد الذين يتخيلون أننا نشهد عملية أسيّة (طردية) لخسارة الكتل الجليدية، وأنه نتيجة لذلك، فإن الإحصائية الأكثر أهمية هي الوقت المضاعف للخسارة الملحوظة[107]. واستنادا إلى تحليله الأولي للبيانات، يعتقد

هانسن أننا سنشهد على الأرجح ارتفاعا «متعدد الأمتار» في مستوى سطح البحر في هذا القرن[108]. ويشير آخرون إلى أن آخر مرة كانت فيها درجات الحرارة على الأرض مرتفعة على الدوام كما هي عليه الآن، كان مستوى سطح البحر أعلى بعشرين إلى ثلاثين قدما مما هو عليه الآن، على الرغم من أن ارتفاع مستوى سطح البحار إلى تلك الدرجة استغرق آلاف السنين[109].

بما أن عددا كبيرا من البلدان كان يقطنه المهاجرون، وفي بعض الحالات المستعمرون، الذين يصلون عن طريق السفن - ولأن خطوط التجارة والتوريد تعتمد بشكل كبير على السفن العابرة للمحيطات - فإن نسبة متفاوتة من كبريات المدن في العالم تقع بالقرب من البحر. في الواقع، 50 في المائة من سكان العالم[110] يعيشون ضمن مسافة لا تبعد عن الساحل سوى خمسة عشر ميلا، ووفقا للأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم فإن «سكان الساحل حول العالم يتزايدون أيضا بوتيرة استثنائية. وبالفعل، فإن ما يقارب ثلثي سكان العالم - أي 3.6 مليارات نسمة تقريبا - يعيشون على أو ضمن مسافة تبعد 100 ميل عن الساحل. تشير التقديرات إلى أنه في غضون ثلاثة عقود، سيعيش 6 مليارات نسمة - أي ما يقارب 75 في المائة من سكان العالم - على طول السواحل. وفي معظم أرجاء العالم النامي، هناك تضخم في عدد السكان الذين يقطنون في المناطق الساحلية»[111].

وبالتالي فإن المناطق المنخفضة معرّضة بوجه خاص إلى الارتفاعات في مستوى سطح البحر الناجمة بشكل أساسي عن ذوبان وانهيار الكتل الجليدية الكبيرة في القارة القطبية الجنوبية وغرينلاند. أظهرت دراسة حديثة أجرتها ديبرا بولك[112] وزملاؤها في معهد جامعة مدينة نيويورك للأبحاث الديموغرافية أن ما يقرب من 634 مليون شخص يعيشون في مناطق ساحلية منخفضة الارتفاع وأن الدول العشر التي تمتلك أكبر عدد من السكان ممن يعيشون في المناطق المهددة هي: الصين، والهند، وبنغلاديش، وفيتنام، وإندونيسيا، واليابان، ومصر، والولايات المتحدة، وتايلند، والفلبين. علاوة على ذلك، فإن ثلثي المدن في العالم التي يعيش فيها أكثر من خمسة ملايين شخص تقع في مناطق ضعيفة منخفضة الارتفاع على الأقل في أجزاء منها.

بدأ بعض السكان الذين يعيشون على الجزر المنخفضة في المحيط الهادئ والمحيط الهندي وفي مناطق الدلتا الساحلية في الانتقال فعليا[113]. وسكان الجزر

الكبرى في كل من الفلبين وإندونيسـيا معروضون أيضا للخطر[114]. من المتوقع أن ترتفع أعداد لاجئي المناخ[115] ويحتمل أن تصل إلى أكثر من 200 مليون شخص[116] في هذا القرن، خصوصا بسـبب أولئك الذين سـيتعيّن عليهـم الابتعاد عن مناطق الدلتا الضخمة في جنوب آسـيا، وجنوب شرق آسـيا، والصين، ومصر[117]. اللاجئون من المناطق الساحلية في بنغلاديش قد تجمعوا بالفعل في العاصمة دكا التي ضاقت بهم، وانتقل العديد منهم نحو أقصى الشمال عبر الحدود[118] إلى داخل شمال شرق الهند، حيث أسهم وصولهم في تفاقم التوترات الموجودة أصلا والمبنية على خلافات دينيـة وصراعـات قبلية معقدة. في العـام 2012، ولّدت هـذه الصراعات مخاوف مُعْدِيَـة انتشرت عن طريق الرسـائل النصية والبريد الإلكـتروني إلى داخل المدن في جميع أنحاء الهند[119].

كل هـذه المناطق وغيرها مهددة أيضـا بالفيضانات المتعلقـة بالطقس خلال موجـات العواصف ومع اكتسـاب الأعاصير الأعنف (cyclones) (المعروفة باسـم الأعاصير (hurricanes) في الولايـات المتحدة) الطاقة من البحار الأكثر حرارة[120]. وحتـى الزيادات العموديـة الصغيرة تتضخم بموجات العواصـف التي تحمل مياه المحيط إلى اليابسـة[121]. ومع العواصف الأعنف تزداد حدة هذه الموجات ويصبح تأثيرهـا أكـبر. في العام 2011، على سـبيل المثال، وضعت مدينـة نيويورك في حالة تأهـب للطوارئ[122] مع خطر الإعصار الذي كان يهدد بإغراق نظام قطار الأنفاق. في العام 2012، أغرقت العاصفة الرهيبة سـاندي نظام قطـار الأنفاق في نيويورك. بنت لندن منذ زمن حواجز بين المحيط ونهر التايمز يمكن إغلاقها لحماية المدينة ضد مثل هذه الموجات العاتية من العواصف[123] - على الأقل لفترة من الوقت؛ ويدرس مجلس المدينة بالفعل خططا لاتخاذ مزيد من الخطوات.

كما ذكرنا في الفصل الرابع، فإن الزيادة في النمو السكاني في بقية هذا القرن ستكون بشكل تام في المناطق الحضرية. المدن الأكثر سكانا المعرضة لخطر ارتفاع منسوب مياه البحار[124] هي على التوالي: كلكتا، ومومباي، ودكا، وغوانغتشـو، ومدينة هو تشي منه، وشـنغهاي، وبانكوك، ورانغون، وميامي، وهـاي فونغ. المدن ذات الأملاك الأكثر عرضة لارتفاع مستوى سطح البحر[125] هي: ميامي، وغوانغتشو، ونيويورك/ نيوآرك، وكلكتا، وشنغهاي، ومومباي، وتيانجين، وطوكيو، وهونغ كونغ، وبانكوك.

بالإضافة إلى ذلك، وكما ذكر أخيرا كبير المستشارين العلميين في المملكة المتحدة، السير جون بدينغتون، فقد هاجر العديد من لاجئي المناخ إلى المدن الساحلية المنخفضة المعرضة لمزيد من الفيضانات ذات الصلة بالمناخ وارتفاع منسوب مياه البحار. فَهُم ينتقلون من دون أن يدروا إلى مناطق قد يضطرون إلى النزوح عنها مرة ثانية كلاجئي مناخ[126].

خلافا للاعتقاد الشعبي السائد، فإن معدل ارتفاع مستوى سطح البحر ليس موحدا في جميع أنحاء العالم، لأن بعض الصفائح التكتونية التي تستقر عليها اليابسة لاتزال «في حالة ارتداد» ببطء من العصر الجليدي الأخير[*]. الدول الإسكندنافية وشرق كندا، على سبيل المثال، انخفضت بفعل ثقل الغمر الجليدي الأخير، ولاتزال تتحرك ببطء نحو الأعلى بعد تراجع الجليد لفترة طويلة. وعلى العكس، فإن المناطق الواقعة عند الأطراف المقابلة لذات الصفائح التكتونية - أي الدول الساحلية لغرب أوروبا ودول وسط المحيط الأطلسي من الولايات المتحدة، على سبيل المثال - تغرق ببطء، بشكل يشبه تأثير النَّوَّاسة (الأرجوحة)[127]. والمدن مثل البندقية في إيطاليا، وغالفيستون في تكساس، تتعرض للغرق أيضا- لمجموعة متشابكة من الأسباب المعقدة[128].

لأن المحيطات الأكثر حرارة تتمدد عندما تنفصل جزيئاتها بعضها عن بعض (أسهم التمدد الحراري للمحيطات إلى حد كبير في الارتفاعات الصغيرة نسبيا في مستوى سطح البحر التي شهدناها حتى الآن)، فإن مناطق المحيط التي تحتوي على تجمعات كبيرة من المياه الأكثر حرارة تشهد زيادات سريعة أكثر في ارتفاع مستوى سطح البحر - ساحل الولايات المتحدة بين ولاية كارولاينا الجنوبية وجزيرة رود، على سبيل المثال[129]. ولكن كل الزيادات في مستوى سطح البحر حتى الآن تعتبر لا شيئا مقارنة بما هو مخبأ للعالم بأسره وفق تحذير العلماء مع تأثر القارة القطبية الجنوبية وغرينلاند بالزيادات الحادة في درجات الحرارة العالمية التي تتربص بعالمنا.

يعاني الكثير من المناطق الزراعية في المناطق الساحلية المنخفضة والمناطق المتاخمة لدلتا الأنهار بالفعل من آثار ارتفاع منسوب مياه البحار بسبب اجتياح

(*) إضافة إلى ذلك، التبدلات المناخية التي سببتها تغيّرات في قوة الجاذبية من الأغطية الجليدية لها تأثيرات ملموسة في الارتفاع النسبي لمستوى سطح البحر في بعض المناطق.

المياه المالحة لمستودعات المياه الجوفية التي تعتمد عليها مزارعهم. في العام 2012، أدى مزيج من ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاض حاد في تدفقات نهر الميسيسيبي الناجم عن الجفاف في الولايات المتحدة، إلى اجتياح المياه المالحة لآبار مياه الشرب ومستودعات المياه الجوفية[130] في جنوب ولاية ميسيسيبي.

وتمرّ خصائص مياه البحر نفسها بتبدلات جذرية أيضا من جراء الاحترار العالمي. ما يقرب من 30 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2[131] التي يسببها الإنسان ينتهي بها المطاف في المحيطات، حيث تتحلل إلى حمض ضعيف، وتتجمع في كميات هائلة مما جعل بالفعل المحيطات في العالم أكثر حمضية من أي وقت مضى خلال الخمسة والخمسين مليون سنة الأخيرة[132]، التي كانت خلال واحدة من حوادث الانقراض الخمس الكبرى السابقة في تاريخ الأرض. ومعدل التحْمِيض أسرع من أي وقت مضى في الثلاثمائة مليون سنة الماضية[133].

أحد المخاوف المباشرة هو أن ارتفاع مستويات الحموضة إلى درجات أعلى تُخفِّض من تركيز أيونات الكربونات التي لا غنى عنها بالنسبة إلى أنواع الكائنات التي تصنع القواقع والشعاب المرجانية. تُصنع كل هذه الهياكل من أشكال مختلفة من كربونات الكالسيوم، التي تقتاتها الكائنات التي تصنع العناقيد المرجانية والقواقع من مياه البحر. ولكن الحموضة المتزايدة في مياه المحيطات تتعارض مع عملية تَمَاسُك هذه الهياكل الصلبة. تسمي مديرة الإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي، جين لوبتشينكو، تَحَمُّض مياه المحيطات بـ «التوأم الشرير» للاحترار العالمي[134].

ارتفاع درجات حرارة المحيطات - الذي يسببه أيضا الاحترار العالمي الذي من صنع الإنسان - يُنْهِك بشكل خاص الطحالب الاستثنائية التي تشكل القشرة الملونة البرَّاقة للشعاب المرجانية وتعيش بتكافل معقد مع العناقيد المرجانية. عندما ترتفع درجات حرارة المياه إلى معدلات قصوى، تغادر هذه الطحالب الاستثنائية - المعروفة باسم زوزانتلي (وتسمَّى أيضا زوكس zoox) - قشرة الشعاب المرجانية، مما يجعلها شفافة وتُظهر الهيكل العظمي الأبيض تحتها. تعرف هذه الحالات بعمليات تبييض المرجان. تستطيع الشعاب المرجانية التعافي من حالات التبييض، ولكن تكرار هذه الحوادث في غضون بضع سنوات يمكن أن يقتل الشعاب المرجانية وهذا الأمر بدأ يحدث بالفعل[135].

للشعاب المرجانية أهمية خاصة، وفق الخبراء، فربع الكائنات المائية التي تعيش في المحيط تُمضي[136] على الأقل جزءا من دورة حياتها داخل الشعاب المرجانية، أو عليها، أو حولها. ما يثير الصدمة، أن العلماء يحذرون من أن العالم في خطر قتل جميع الشعاب المرجانية تقريبا[137] في المحيط في غضون جيل واحد. بين عامي 1977 و2001، فَقَدَ البحر الكاريبي 80 في المائة من شعابه المرجانية[138]. وكل ما تبقى، على حد قول الخبراء، مُهدَّد بالزوال قبل منتصف القرن الحالي. والمصير نفسه يهدد الشعاب المرجانية الموجودة في جميع المحيطات[139]، بما في ذلك أكبرها جميعها، وهو الحاجز المرجاني العظيم قبالة الساحل الشرقي لأستراليا. في العام 2012، أعلن المعهد الأسترالي للعلوم البحرية أن نصف الشعاب المرجانية في الحاجز المرجاني العظيم قد تلاشت[140] في غضون السنوات السبع والعشرين الماضية فقط.

أكثر الشعاب المرجانية المرئية والمألوفة هي الشعاب في المياه الدافئة في أعماق ضحلة نسبيا. ومع ذلك، قد يكون هناك عدد متساو أو حتى أكبر من الشعاب المرجانية في أعماق المياه الباردة. وبسبب عمقها، لم تخضع لمزيد من الدراسة والتوثيق، ولكن يقول العلماء بما أن المياه الأكثر برودة تمتص قدرا من ثاني أكسيد الكربون CO_2 أكثر من المياه الدافئة (تماما كما تبقى علبة الصودا الباردة غازيّة[141] أكثر من علبة الصودا الساخنة)، لذا فإن الكثير من الشعاب في المياه الباردة قد تكون في خطر محدق أكبر[142]. يحدو بعض العلماء الأمل أن الشعاب المرجانية قد تنجو مستقبلا، بيد أن الكثيرين من زملائهم مقتنعون الآن بأن جميع الشعاب المرجانية تقريبا عرضة للزوال بفعل مزيج من الحموضة العالية في المحيطات، وارتفاع درجات الحرارة، والتلوث، والصيد الجائر للأنواع المهمة لسلامة الشعاب المرجانية.

يتعارض الامتصاص المتزايد لغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في المحيطات أيضا مع استنساخ بعض الأنواع. ومن بين الكائنات التي تصنع القواقع المعرضة للخطر هي العوالق الحيوانية الصغيرة التي لها قواقع رقيقة جدا والتي تؤدي دورا مهما[143] في السلسلة الطعاميِّة في قاع المحيطات. على الرغم من أن ذلك يحتاج إلى إجراء مزيد من الأبحاث، فإن الكثير من العلماء مهتمون بما تتعرض له هذه الرابطة المهمة التي تقع في قاعدة السلسلة الطعاميِّة في المحيطات.

بعـض مناطق المحيط، بما في ذلك تلك الواقعة قبالة ساحل جنوب كاليفورنيا التي أخذت عينات منها، قادرة على الحَتّ في الواقع[144]. في المناطق الساحلية من ولاية أوريغون، تقتل مياه البحر التآكلية حديثا المحار ذا القيمة التجارية الثمينة[145]. وقد ذكر الخبراء أنه حتى إن توقفت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 التي يسببها الإنسان بطريقة أو بأخرى في المدى القريب، فسيستغرق الأمر عشرات آلاف السنين كي تعود كيمياء المحيطات إلى حالة مماثلة[146] لما كانت عليه الحال في فترة ما قبل القرن الماضي.

الاحترار العالمي والحموضة التي يسببها ثاني أكسيد الكربون CO_2 يزيدان من تفاقم التراجع في الثروات السمكيّة والتنوع البيولوجي البحري الذي سبق أن سبّبته الأنشطة البشرية الأخرى، كالصيد الجائر. ووفقا للأمم المتحدة، ما يقرب من ثلث جميع أنواع الأسماك تُستغَل بشكل مفرط في الوقت الحاضر[147]. لقد أدى الصيد الجائر، الذي وصفناه في الفصل الرابع، بالفعل إلى استنزاف خطير لنسبة تصل إلى 90 في المائة من الأسماك الكبيرة مثل سمك التونة، وسمك المرْلِن، وسمك القُدّ[148].

بعض أساليب الصيد مثل صيد الأسماك بالديناميت (الذي لايزال يحدث في بعض البلدان النامية ذات الشعاب المرجانية) وجَرّ الشباك في قيعان البحار (وقد تضرّر قاع شمال شرق المحيط الأطلسي على وجه الخصوص بسبب هذه الممارسة) تسبب أضرارا إضافية في النُظُم الإيكولوجية للمحيطات المهمة لبقاء الحياة البحرية. على الرغم من أن هناك تجارب ناجحة بشكل لافت في بعض الثروات السمكية في المحيطات، فإن الصورة العامة لاتزال مثيرة للقلق إلى حد كبير. تشكل مجموعة مؤلفة من عدة عوامل تهديدا مشتركا لاستمرار سلامة المحيطات.

إلى جانب الشعاب المرجانية فإن الموائل المحيطية الحَرِجَة مثل غابات شجر المَنْغَرُوْف الاستوائي[149] في الكثير من المناطق الساحلية التي تسمى مروج الأعشاب البحرية هي أيضا عرضة للخطر[150]. بالإضافة إلى ذلك، فإن عدد المناطق الميتة التي تنمو في المحيطات بالقرب من مصبات نُظم الأنهار الرئيسة تتضاعف كل عشر سنوات[151]. التركيزات الكبيرة من النيتروجين والفوسفور الموجودة في المياه

الجاريـة على سـطح الأراضي الزراعية والمياه القذرة تغذي نمـو الطحالب، وعندما تلتهم البكتيريا هذه الطحالب، تصبح المناطق الشاسعة من المحيط خالية تماما من الأكسجين، مما يؤدي إلى تكوُّن المناطق الميتة.

ومـن المفارقات، فإن الجفاف التاريخي الذي حلَّ في أمريكا الشـمالية في العام 2012 قلَّـص تدفـق المياه من نهر الميسيسـبي إلى خليج المكسـيك بشـكل كبير - والنيتروجين، والفوسفور، وغيرها من المواد الكيميائية التي تحملها المياه عادة - إلى درجة أن المنطقة الميتة الشاسـعة التي تمتد من مصب نهر المسيسـيبي[152] بدأت تظهر بوضوح مؤقتا.

أصدر المجتمعون في مؤتمر للخبراء في مجال المحيطات عُقد في جامعة أكسفورد في صيف العام 2011 تقريرا عن استنتاجاتهم كمجموعة: «هذا الفحص للتهديدات المتضافـرة يؤدي إلى نتيجة مفادها أننا قللنا من شـأن المخاطر الكليّة وأن التدهور الـكلّي الحاصل في البيئـة البحرية هو أكبر من مجموع التدهـور الجزئي فيها، وأن هـذا التدهور يحدث الآن بمعدل أسرع مـما كان متوقعا... عندما جمعنا كل هذه الأمـور مع بعضها، بدا واضحـا أننا في وضع قد يؤدي إلى انقـراض الكائنات الحيّة الرئيسـة في المحيطات... مـن الواضح أن القيم الاقتصادية والاسـتهلاكية التقليدية التي خَدَمت المجتمع بشكل جيد في السابق، وعندما نضيف إليها المعدلات الحالية للزيادة السكانية[153]، ليست قيّما مستدامة».

التخفيف مقابل التكيُّف

على مدى ثلاثة عقود على الأقل، كان هناك جدل دائر في الأوساط الدولية حول الأهمية النسـبية للحد من انبعاثات غـازات الاحتباس الحراري للتخفيف من أزمة المناخ مقارنة بإسـتراتيجيات للتكيُّف مع أزمة المنـاخ. بعض أولئك الذين يحاولون التقليل من أهمية الاحترار العالمي، ويعارضون معظم السياسـات التي من شـأنها تخفيفه غالبا ما يتحدثون عن التكيُّف كبديل عن التخفيف.

وهم يروجون للفكرة القائلة إنه مادام الجنس البشري اسـتطاع أن يتكيَّف مع كل الأوضاع البيئية على هذا الكوكب، فليس هناك سبب يدعونا للاعتقاد بأننا يجب ألا نرضى بعواقب الاحترار العالمي ونشغل أنفسنا في التكيُّف معها. على سبيل المثال،

قال أخيرا الرئيس التنفيذي لشركة إكسون موبيل، ريكس تيلرسون، في حوار متبادل أثاره الناشــط المخضرم ديفيد فينتون: «لقد أفنينا حياتنــا ونحن نتأقلم[154]، أليس كذلك؟ وبالتالي فإننا سوف نتأقلم مع ذلك».

بالنســبة إليّ شــخصيا، كنت أرى قبل ســنوات عديدة أن الموارد والجهود التي تُصرف من أجل التكيُّف سوف تُحوِّل اهتمامنا بعيدا عن الحملة الشاملة الضرورية للتخفيف من الاحترار العالمي والاســتعجال في بناء الإرادة السياســية للحد بشــكل حــاد من انبعاثات تلوث الاحترار العالمي. لقد كنت على خطأ - ولكن ليس بشــأن الرافضين الذين ســيقترحون التكيُّف كبديل عن التخفيف، بل بشــأن عدم الإدراك الفوري للواجب الأخلاقي الذي يتطلب ممارســة كلتا السياســتين في آن واحد، على الرغم من الصعاب التي قد تعتري هذا النهج.

هنــاك حقيقتان دامغتان يجب إدراكهــما في هذا النقاش العالمي حول التكيُّف والتخفيــف: الحقيقــة الأولى، هي أن العواقب التي تتمخــض حاليا، فضلا عن تلك التــي ترســخت بالفعل في نظام المنــاخ، هي عواقب مدمرة بصفــة خاصة للبلدان الناميــة ذات الدخل المتدني. فقد ارتفعت فعليا وبشــكل حاد الميزانيات المخصصة لإصــلاح البنية التحتيــة في البلدان التي تضررت فيها الطرقات، والجســور، وأنظمة المرافق الخدمية بشــكل كبير من جرّاء الأمطار الشــديدة والفيضانات والانهيارات الأرضية الناجمــة عنها[155]. أما البلدان الأخرى فقد هدَّت كاهلها موجات الجفاف المتعلقة بالمناخ.

أدى تعطيــل الزراعة المعيشــية (زراعة الكفاف) بســبب كل مــن الفيضانات والجفــاف إلى ارتفاع حــاد في النفقات على واردات المواد الغذائيــة[156] في العديد من البلدان النامية. وأيضا، وكما ذكرنا ســابقا، فإن بعض البلدان الواقعة في المناطق المنخفضة، تكافح أيضا بشــكل فعلي من أجل نقل اللاجئين من المناطق الســاحلية المتضررة من المراحل الأولى من ارتفاع مستوى سطح البحر، فيما تكافح دولٌ أخرى مــن أجل دمج قوافل اللاجئــين[157] الذين يصلون إليها مع المجموعات الســكانية لديها التي تشهد أصلا نموا سريعا.

بما أن هذه التطورات وغيرها لن تستمر فحسب، بل ستسوء أيضا، يقع على عاتق العالم في الواقع واجب أخلاقي وضرورة اقتصادية عملية لمساعدة هذه الدول في مسألة

التكيُّـف. ومما يثير القلق أنه لايزال يتعين على العالم أن يدرك تماما آثار التلوث الناجم عن الاحترار العالمي الموجود فعليا في الغلاف الجوي. حتى إن خفضنا بشـكل كبير من الانبعاثـات التي نصدرها اليـوم، هناك درجة فهرنهايتية أخـرى من الاحترار موجودة بالفعـل «في خط الإنتاج»[158]، وسـوف تتجسـد واقعيا في السـنوات المقبلة. وبعبارة أخرى، هناك الكثير من التغييرات الضارة التي اسـتقرت بالفعل في النظام المناخي عن طريق الزيادة الهائلة في الانبعاثات، ولاسـيما التركيز المتزايد للغازات المسببة للاحتباس الحـراري في الغلاف الجوي بحيث يصبح التكيّف ضرورة حتمية - حتى مع اسـتمرارنا في بناء الإجماع السياسي العالمي اللازم لمنع أسوأ العواقب من الحدوث. ليس أمامنا أي خيار سوى ممارسة كلتا المجموعتين من السياسات في آن واحد.

ولكـن الحقيقة الثانية التي يجـب إدراكها في هذا النقاش لاتزال بكل المقاييس الواجـب الأقوى على الإطلاق: مـا لم نبدأ بسرعة بتخفيض تلـوث الاحترار العالمي، فإن العواقب سـتكون مدمرة إلى درجة سـيكون التكيُّف معها مسـتحيلا في نهاية المطاف في معظم مناطق العالم. على سبيل المثال، بدأت الانبعاثات المرتفعة لغازات الاحتباس الحراري بالفعل تسـبب تغيرات واسـعة النطاق في أنماط دوران الغلاف الجوي[159] ومن المتوقع أن تجلب معها حالات جفاف خطيرة وطويلة الأمد بشكل لا يمكن تصوّره إلى مسـاحة واسـعة من المناطـق ذات الكثافة السـكانية العالية والمنتجة زراعيا، تشـمل كلا من جنوب وجنوب وسط أوروبا، وجزر البلقان، وتركيا، والقـرن الأفريقي الجنـوبي، ومعظم أرجاء باتاغونيا، والقسـم الجنوبي الشرقي من أسـتراليا المأهول بالسـكان، وجنوب غرب الولايات المتحدة، وقسم كبير من الغرب الأوسـط الأعلى، ومعظم أرجاء المكسيك وأمريكا الوسطى، وفنزويلا وأجزاء شاسعة من حوض الأمازون الشمالي، وأجزاء مهمة من آسيا الوسطى والصين.

يتطلـب المنطق العلمي وراء هذا السـيناريو المدمِّر بعض التفسـير. الطبيعة الأساسية لنظام المناخ العالمي، عند رؤيتها من منظور كليّ، فإنها تعمل بمنزلة محرك لإعـادة توزيع الطاقة الحرارية: من خط الاسـتواء باتجاه القطبين، وبين المحيطات واليابسـة، ومن الطبقة السـفلية للغلاف الجوي إلى طبقته العلويـة ذهابا وإيابا. الزيادة الكبيرة في الطاقة الحرارية المحبوسـة في الطبقة السفلية من الغلاف الجوي تعني - بديهيا - أن نظام الغلاف الجوي أصبح أكثر طاقة.

في نصف الكرة الشـمالي، يعمل محرك المناخ هذا على نقل الطاقة الحرارية مـن الجنوب إلى الشـمال في التيار الدافئ لخليج المكسـيك (Gulf Stream) - الـذي يعتبر المكوّن الأكثر شـهرة لما يسـمى بالحزام الناقـل للمحيط، أي قطاع موبيـوس (MÖBIUS Strip) - مثـل حلقـة تربط جميع محيطـات العالم. وتشـمل المكونات الأخـرى التيارات العميقة التي تعبر عـلى طول قاع المحيط، وتعيد توزيـع المـاء البـارد من القطبين إلى خط الاستواء، حيث تعود إلى سطح المحيط. أكبر هذه التيارات هو التيار المداري المحيط بالقطـب الجنـوبي، الذي يـدور حـول القـارة القطبيـة الجنوبية ويغـذي تيـار هومبولت السـطحي الضحل[160](Humboldt)، الذي يتدفق من المحيط الجنوبي باتجاه الشمال على طول السـاحل الغربي لأمريكا الجنوبية ويتدفق إلى الأعلى - محملا بالمغذيات - لتغذية التجمع الغني للحياة البحرية قبالة سـاحل البيرو؛ والتيار الأقل شـهرة، وهو التيار البارد العميق الذي يعبر من الشمال إلى الجنوب من منطقة في شمال المحيـط الأطلسي على مقربـة من جنوب غرينلاند، تحت تيار خليج المكسـيك الدافئ، ويعود إلى مياه المحيط الأطلسي الاستوائية.

ويُعاد توزيع الطاقة أيضا بواسطة الأعاصير، والعواصف الرعدية، والأنماط التي تأتي كل بضع سـنوات مثل ظاهرة النينيو (El Nino)/ النينيا (La Nina) المتناوبة (المعروفة لدى العلماء باسـم (ENSO) أو النينيو (El Nino)/ التذبذب الجنوبي). وعـلاوة على ذلـك، فإن كل هـذه التحويلات في الطاقـة تتأثر بتأثـير كوريوليس (Coriolis effect)، الذي يحركه دوران الأرض حول محورها، من الغرب إلى الشرق.

خلايا هادلي

حتـى وقت قريـب، لم تلق العلاقة بين الاحترار العالمـي وأنماط الغلاف الجوي التي تحرّك الطاقة عموديا للأعلى وللأسفل في الغلاف الجوي إلا اهتماما قليلا نسبيا. ما يسـمى بخلايا هادلي التي تمتد عبر المناطق المدارية وشـبه المدارية ليست سوى دارات من تيارات هوائية أسـطوانية الشـكل تدور حول الكوكب على جانبي خط الاستواء، أشبه بخطوط أنابيب عملاقة تتدفق عبرها الرياح المتبادلة[161] من الشرق إلى الغرب.

ترتفع تيارات الرياح الدافئة والرطبة من الأرض عموديا إلى السماء في كلا هذين النوعين من الخلايا عند نهاية كل دارة مُتعَاقبة قريبة من خط الاستواء. عندما يصل صعودها إلى الجزء العلوي من طبقة التروبوسْفِير (وهي الطبقة العلوية من الغلاف الجوي السفلي، ويصل ارتفاعها إلى نحو عشرة أميال في المناطق الاستوائية)، تتجه كل دارة نحو القطب - وهذا يعني أنها تتجه شمالا في خلية نصف الكرة الشمالي وجنوبا في خلية نصف الكرة الجنوبي. في الوقت الذي تصل فيه هذه التيارات إلى أعلى طبقات السماء، يسقط معظم الرطوبة التي كانت تحملها معها إلى الأعلى عائدا[162] إلى الأرض على شكل أمطار في المناطق المدارية.

في ذروة صعودها، يبدأ كل تيار من هذه التيارات الهوائية بالتدفق نحو القطب على طول الجزء العلوي من التروبوسفير ويقطع مسافة تقارب ألفَي كيلومتر (نحو 30 درجة من خط العرض)، إلى أن تُفرِّغ كل شحنتها من الحرارة. بعد ذلك يبدأ بالهبوط العمودي كتيار منخفض أكثر جفافا وبرودة. عندما تصل كل دارة السطح مرة أخرى، فإنها تعود مرة أخرى نحو خط الاستواء، لتعيد شحن نفسها بالحرارة والرطوبة أثناء عبورها سطح الأرض. ومع عودتها إلى خط الاستواء تكون قد أكملت دارتها وتكرر الدورة من جديد بالارتفاع عموديا مرة أخرى، وهي محمّلة مرة أخرى بالحرارة وبخار الماء[163].

ونتيجة للتيار المنخفض الجاف لخلايا هادلي، فإن المناطق على الأرض التي تبعد 30 درجة شمالا و30 درجة جنوبا عن خط الاستواء هي مناطق معرضة بشكل كبير للتصحُّر. معظم المناطق الأكثر جفافا على الأرض، بما في ذلك أكبر الصحارى على كوكب الأرض، وهي الصحراء الكبرى، تقع تحت تأثير هذه التيارات المنخفضة الجافة[164] (تشمل العوامل الأخرى التي تسهم في موقع الصحارى «ظلال المطر» للسلاسل الجبلية[165] - وهي مناطق قمم الجبال الواقعة باتجاه الريح - لأن الرياح السائدة ترتفع عندما تضرب الجانب المواجه للريح من الجبال وتفقد رطوبتها قبل الهبوط كتيارات منخفضة جافة على الجانب البعيد عن مهب الريح. بالإضافة إلى ذلك، فإن موقع الصحارى يتأثر بما يسميه علماء الجغرافيا بالوضع القاريّ (continentality)[166] - الذي يعني أن المناطق الواقعة في وسط القارات الكبيرة تتلقى عادة نسبة أقل من الرطوبة لأنها بعيدة عن المحيطات). ولكن من منظور عالمي، فإن العامل الأقوى في إحداث التصحُّر هو التيارات المنخفضة لخلايا هادلي[167].

المشكلة - التي طالما تنبأ بها علماء المناخ عبر نماذج حاسوبية وبدأوا يلحظونها الآن في العالم الواقعي - هي أن الاحترار الهائل للغلاف الجوي يغيّر مواقع هذه التيارات المنخفضة العالمية الكبيرة، ويبعدها عن خط الاستواء وباتجاه القطبين، مما يوسِّع المنطقة شبه الاستوائية ويزيد من حدة الجفاف فيها. وفي الواقع، فقد تحرَّك التيار المنخفض في نصف الكرة الشمالي فعليا في اتجاه الشمال بمعدل 3 درجات على خطوط العرض - 210 أميال تقريبا - علما أن هذه القياسات لاتزال غير دقيقة. التيار المنخفض لخلايا هادلي في جنوب خط الاستواء تحرَّك أيضا في اتجاه القطب[168].

هناك عدة نظريات تفسر سبب إحداث الاحترار العالمي تحوّلا في خلايا هادلي[169]، وجميعها نظريات غير مؤكدة بعد. التسخين الشمسي للغلاف الجوي السفلي في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية هو أكبر بكثير من أي مكان آخر على هذا الكوكب لأسباب واضحة: تضرب أشعة الشمس الأرض بزاوية مستقيمة على مدار السنة. وعلى أساس النسبة المئوية، فإن درجات حرارة السطح ترتفع بشكل أسرع في خطوط العرض العليا لأن ذوبان الجليد والثلج يغير بشكل جذري انعكاسية السطح(*)، وبالتالي يزيد من امتصاص الطاقة الحرارية. وهذا يعني، ضمن أمور أخرى، أن الفرق في متوسط درجات الحرارة[170] بين المناطق الاستوائية والمناطق القطبية يتضاءل مع مرور الوقت - وهذا له عواقب أيضا على التوازن المناخي.

ومع ذلك، فإن الكميات الأكبر من الطاقة الحرارية الإجمالية التي يجري امتصاصها عند منتصف خطوط العرض لاتزال أكبر بكثير، وتتسبب في ارتفاع الهواء الأكثر سخونة (وبالتالي الأقل كثافة) في المناطق الاستوائية إلى مستويات أعلى. ونتيجة لذلك، ترفع الحرارة الزائدة الجزء العلوي من طبقة التروبوسفير في الغلاف الجوي، حيث تنحرف تيارات الرياح عن مسارها العمودي بزاوية قائمة وتبدأ ترحالها نحو القطب.

يحرِّك اتساع خلايا هادلي[171] الحركة المنخفضة لمساره الدائري إلى مسافة أبعد شمالا في نصف الكرة الشمالي وجنوبا في نصف الكرة الجنوبي. وكما هي الحال

(*) سبب آخر هو أنه عند الارتفاعات المنخفضة يذهب قسم أكبر من الطاقة المحبوسة إلى عملية التبخير (التبريد التبخّري) بدلا من تسخين الهواء.

مــع العديد من الحقائــق المتصلة بظاهرة الاحترار العالمي، وفيــما يبدو هذا الأمر تقنيا وربما مجردا، فإن العواقب الحقيقية بالنسبة إلى البشر، والحيوانات، والنباتات وخيمة جدا.

بالنســبة إلى المناطق التي تتعــرض الآن لهذا التيار المنخفض، فإن الأمر أشــبه بمن يجلس تحت مجفف شــعر عملاق في الســماء. فالنتائج لا تشــمل فقط مزيدا من الجفاف المتكرر والشــديد، وإنما تشمل أيضا أنماطا متواصلة من الجفاف الذي يحتمل أن يؤدي إلى التصحُّر في العديد من البلدان الواقعة على خط النار. فضلا على أن معظم المناطق المتضررة، مثل جنوب أوروبا وأســتراليا وجنوب أفريقيا، وجنوب غرب الولايات المتحدة، والمكســيك - تعيش بالفعل على شفير نقص المياه المستمر على أي حال[172].

كلمة «الصحراء» desert، بالمناسبة، مشتقة من علاقة الناس مع الأرض المعنية: الصحراء (desert) يهجرها deserted الناس[*]. فكر مليا بأهمية أن تتحول اليونان، وإيطاليــا، والهــلال الخصيب - التــي كانت مهدا للحضــارة الغربية - إلى صحارى بفعل تغيير الإنسان للميزة المناخية الطبيعية نفسها[173] التي خلقت بداية الصحراء الكبرى قبل 7300 سنة خلت.

يخضــع التيــار المتدفق الذي يتحكــم في موقع مســارات العواصف في معظم أمريكا الشــمالية وأوراســيا أيضا لتأثيرات الاحترار الحراري في أنماط دوران الغلاف الجوي وأنماط الطقس العشــوائية على نحو غير عادي عند خطوط العرض هذه في السنوات الأخيرة. هناك بالفعل اثنان من هذه التيارات المتدفقة في كلا نصفي الكرة الأرضية - تيار متدفق شــبه اســتوائي يجري من الشرق إلى الغرب على طول الحافة المتجهة نحو القطب للدارة الأســطوانية لخلايا هادلي (الرياح التبادلية)، وما يسمى بالتيــار المتدفــق القطبي - الذي يجري من الغــرب إلى الشرق على الجانب المتجه نحو القطب للمجموعة الثانية من التيارات الهوائية ذات الدارة الأسطوانية للغلاف الجوي المعروفة باسم خلايا فيريل[174].

موقع التيار المتدفق القطبي الشــمالي (الذي يســميه الأمريكيون الشــماليون والأوراسيُّون عادة بالتيار النفاث the jet stream) يتحدد في جزء منه بجدار الهواء

(*) العلاقة اللفظية في اللغة الإنجليزية بين الاسم desert «صحراء» والفعل desert «يهجر» [المترجم].

البارد الذي يمتد باتجاه الجنوب من الدائرة القطبية الشمالية. ولكن في السنوات الأخيرة، أدى ذوبان القلنسوة الجليدية في القطب الشمالي إلى امتصاص الكثير من الحرارة الزائدة هناك إلى درجة أن الحدود الشمالية للتيار المتدفق الذي يجري عبر شمال أمريكا وأوراسيا يبدو أنه قد غير موقعه بشكل جذري وعميق - مغيِّرًا مسارات العواصف، وساحبا الهواء القطبي الشمالي البارد باتجاه الجنوب في فصل الشتاء، ومحدثا خللا[175] في أنماط هطول الأمطار.

تحدِّد كل آليات نقل الطاقة هذه - الرياح والتيارات المحيطية، والعواصف، والأعاصير، وخلايا التيارات الهوائية في الغلاف الجوي - شكل وتصميم نمط المناخ على الأرض الذي ظل مستقرا نسبيا وثابتا إلى ما قبل بدء الثورة الزراعية بفترة وجيزة. حتى الآن يطرأ تغيير بفعل الاحترار العالمي على كل موازين الطاقة التي تحدد معالم هذا الظرف المناخي، ويعمل على تكثيف وتغيير مواقع الظواهر الجوية التي تعودناها.

بعض هذه الموازين يخضع إلى درجة من التغيير يخشى فيها العلماء أن تصبح خارج النمط المألوف لدينا وينقلب إلى نمط جديد كلية من شأنه أن ينتج ظواهر جوية تتميز بكثافات، وتوزيعات، وتوقيتات غير مألوفة بتاتا بالنسبة إلينا، وغير منسجمة مع الافتراضات التي بنينا عليها حضارتنا.

على سبيل التوضيح، خذ حزاما من الجلد وأمسك كل طرف بيد، ثم ضم يديك معا إلى أن تتشكل عقدة بالحزام متجهة نحو الأعلى. ومع تحريكك ليديك وتغييرك لالتواء المعصمين، سيتغيَّر شكل عقدة الحزام ولكنها ستظل في الشكل الأساسي نفسه. ولكن إذا لويت معصميك أكثر من ذلك بقليل، فسوف تنقلب العقدة فجأة إلى نمط أساسي جديد مع اتجاه العقدة إلى الأسفل بدلا من الأعلى. التغيرات في المناخ التي عرفناها دائما، على كِبَر حجمها، تشبه التغيرات في عقدة الحزام المتجهة نحو الأعلى. وستبقى هناك تغييرات مماثلة إذا كانت العقدة باتجاه الأسفل، ولكن إذا دفعنا بحدود العُقد إلى درجة تجعلها تأخذ نمطا جديدا تماما، فستكون العواقب على مناخنا وخيمة بالفعل.

لقد واجهنا حتى الآن مفاجآت غير مُحبَّذة في التجارب التي أجريناها على تغيير التركيب الكيميائي للغلاف الجوي للأرض. أثار الظهور المفاجئ لثقب الأوزون في الطبقة العلوية من الغلاف الجوي (الستراتوسفير) الذي يضاهي حجم قارَّة

فـوق المنطقـة القطبيـة الجنوبية في ثمانينيـات القرن العشرين شـبح خطر قاتل يهدد العديد من أشـكال الحياة على الأرض، لأنه يسـمح للأشـعة فوق البنفسجية القويـة التي تحجبها عادةً طبقة الأوزون في الطبقة العلوية من الغلاف الجوي من الوصول إلى السـطح. ولو لم يوقف في الحقيقة التدمير التدريجي لطبقة الأوزون في الطبقـة العلوية من الغلاف الجوي، لكانت انتشرت على حد قول العلماء إلى طبقة الستراتوسفير في الغلاف الجوي فوق المناطق ذات الكثافة السكانية العالية.

على الرغم من أن ثقب الأوزون فوق القطب الجنوبي دام لفترة شـهرين تقريبا مـن كل عـام، فإنه بدأ بالفعـل في إنتاج ترقـق طفيـف في الأوزون[176] في طبقة الستراتوسـفير المحيطـة بالكوكب بأسره. وقد حذّر العلـماء في ذلك الوقت من أنه إذا اسـتمر تركيز المواد الكيميائية التي تسبب تدمير الأوزون في التراكم، فإن عملية الترقق الخطيرة هذه سوف تتسارع، لا بل قد يتشكل ثقب أوزون أكثر خطورة فوق القطب الشمالي بشكل منتظم[177].

لحسن الحظ، وبعد هذا الاكتشاف المخيف على الفور تقريبا، ساعد كل من الرئيس الأمريكي رونالد ريغان ورئيسـة الـوزراء البريطانية مارغريت تاتـشر في تنظيم مؤتمر عالمـي في العـام 1987 للتفاوض والموافقة بسرعة على معاهـدة (بروتوكول مونتريال) تتطلـب الإلغاء التدريجـي لمجموعة المواد الكيميائية الصناعية - التي تشـمل غازات الاحتباس الحراري الشـهيرة، مركبات الكربون الكلورية الفلورية (CFCs) - التي أثبت اثنان من العلماء، شيروود رولاند وماريو مولينا، بشكل قاطع في العام 1974 أنها كانت تتفاعل مع حالات الغلاف الجوي الفريدة من نوعها[178] في طبقة الستراتوسفير الباردة فـوق القطب الجنوبي لإنتاج هذا التدمير التدريجي لطبقة الأوزون الواقية التي تحمي البشر وأشكال الحياة الأخرى من الأشعة فوق البنفسجية القاتلة.

حتـى إن كان بروتوكول مونتريال يُعتـبر نجاحا تاريخيا، من المهم أن نفهم أولا الآلية الدقيقة التي أدت من خلالها هذه المواد الكيميائية إلى حدوث ثقب الأوزون في طبقة الستراتوسفير - بسبب المخاطر الجديدة التي تهدد طبقة الأوزون الناجمة عـن الاحترار العالمي. فبادئ ذي بدء، هناك مجموعة ثالثة وأخيرة من خلايا الغلاف الجوي من حلقات التيارات الهوائية الأسطوانية في كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي، تسمى الخلايا القطبية، التي تشكل الرياح ضمنها دوّامة حول كل قطب.

الدوامة القطبية الجنوبية هي أقوى بكثير وأكثر تماسكا، وخاصة في فصل الشتاء الجنوبي، لأن القارة القطبية الجنوبية هي يابســة يحيــط بها المحيط - بينما القارة القطبية الشمالية هي محيط تحيط به اليابسة - وفيما يكون محيط القطب الشمالي مغطى - في فصل الشتاء على الأقل - بطبقة رقيقة من الجليد لا تزيد سماكتها على بضــع أقدام فقط، تكــون القارة القطبية الجنوبية على مدار الســنة مغطاة بجليد تبلغ سماكته كيلومترين. وهذا ما يجعلها أيضا القارة التي تمتلك أعلى معدل ارتفاع، وهذا يعني أنها أقرب إلى قمة الســماء وتعيد إشــعاع أشعة الشمس المنعكسة إلى الفضاء بقوة أكبر[179]. وبالتالي، فإن الهواء فوق القارة القطبية الجنوبية أكثر برودة بكثير من أي مكان آخر على وجه الأرض، وهذا يُنتج بشكل استثنائي تركيزات عالية من بلورات الجليد في طبقة الستراتوسفير هناك.

الدوَّامة المحكمة الإغلاق التي شــكلتها الرياح القطبية في القطب الجنوبي خلال فصل الشــتاء تثبِّت مركبات الكربون الكلوريــة الفلورية (CFCs) وبلورات الجليد في مكانها فوق القارة، مثل طبقٍ تقريبا. وعلى سطح بلورات الجليد بالذات تتفاعل مركبات الكربون الكلورية الفلورية مع الأوزون في الستراتوســفير. ولا بد من وجود مكوِّن مهم آخر قبل حدوث التفاعل الكيميائي الذي يدمر طبقة الأوزون: وهو قليلٌ من أشعة الشمس.

في نهاية فصل الشــتاء في نصف الكرة الجنوبي، في نحو منتصف شــهر ســبتمبر، عندما تضرب أشــعة الشمس الأولى بلورات الجليد الموجودة في هذا «الطبق»، تتم إثارة التفاعل الكيميائي. ومن ثم ينتشر بسرعة، ويدمر تقريبا كل الأوزون في الغلاف الجوي العلوي (الستراتوسفير) داخل الطبق. وعندما يمتص الغلاف الجوي مزيدا من الحرارة، تضعف الدوَّامة التي شــكلتها تيارات الرياح ويتفكك الطبق، مما يشير إلى نهاية ثقب الأوزون لتلك الســنة. في بعض الأحيان تتحرك بعض الفقاعات الهوائية الكبيرة الخالية من الأوزون في اتجاه الشــمال، مثــل الفقاعات الموجودة في مصباح الحمم القديم الذي كان شائع الاستخدام في ستينيات القرن العشرين – مما يعرض المناطق المأهولة في نصف الكرة الجنوبي مثل أســتراليا وباتاغونيا إلى مستويات عليا من الأشــعة فوق البنفســجية[180] عندما لا يعود بمقدور الهواء الذي يحمل تركيزا ضعيفا من الأوزون[181] تأمين حجاب لأولئك الذين على السطح.

استنفاد طبقة الأوزون في الغلاف الجوي العلوي وظاهرة الاحترار العالمي لطالما نُظِـر إليهما عـلى أنهما ظاهرتان منفصلتـان تماما، ولكن في العام 2012 اكتشـف العلماء أن الاحترار العالمي يصدر تهديدا غير متوقع وغير مرحب به لطبقة الأوزون في الستراتوسفير - وهذه المرة فوق المناطق ذات الكثافة السكانية العالية في المناطق المعتدلة من نصف الكرة الشمالي.

تماما مثلما تسبب الطاقة الحرارية الإضافية الممتصة في المناطق المدارية تصاعد التيارات الهوائية لخلايا هادلي إلى الأعلى لدفع الجزء العلوي من طبقة التروبوسفير إلى مسـتوى أعلى، فإن الطاقة الحرارية الإضافيـة التي يجري امتصاصها في المنطقة المعتدلة من نصف الكرة الشـمالي تسبب مزيدا من العواصف الرعدية التي تخترق الجـزء العلـوي من الغلاف الجـوي (الستراتوسـفير)، وتحقن بخار المـاء في طبقة الستراتوسـفير[182]، حيـث يتجمد في تركيزات جديدة وخطـيرة من بلورات الجليد - وبالتـالي يهيـئ الظروف لإثارة عملية فقدان الأوزون في الستراتوسـفير من خلال توفير السـطوح التي يمكـن أن تتلامس عليها مركبات الكربـون الكلورية الفلورية التي لاتزال في الغلاف الجوي مع الأوزون في الستراتوسـفير وأشـعة الشمس لتدمير طبقـة الأوزون الواقية. وقد بدأت هذه الظاهـرة الجديدة بالظهور في وقت تزداد فيـه برودة طبقة الستراتوسـفير أيضا، في تناسـب عكسي مع ارتفـاع درجة حرارة طبقة الغلاف الجوي السـفلية. لطالما تنبأت النماذج المناخية، بأن التبريد في طبقة الستراتوسفير هو نتيجة لمحاولة الغلاف الجوي للأرض الحفاظ على «توازن» الطاقة لديـه[183]. ولا بد مـن بذل مزيد من الجهود قبل أن نسـتطيع فهم هذه المفاجأة المقلقة بشـكل كامل تماما، ولكنها توضح بالفعل تهور هـذه «التجربة الكواكبية» التي تقوم بها الإنسانية. إننا لا نلعب بالنار فقط، بل نلعب بالجليد أيضا. وكما كتب روبرت فروسـت: «يقول البعض إن العالم سينتهي في النار؛ فيما يقول البعض الآخر إنه سينتهي في الجليد»[184]. ويردف قائلا إن أيا منهما «سيكون كافيا».

التجارب الأخطر

أول من طرح فكرة أننا نشارك في تجربة غير مخطط لها مع الكوكب هو روجر ريفيل، الذي كان أسـتاذي ومعلّمي الخاص حـول ظاهرة الاحترار العالمي. في العام

1957، كتب ريفيل مع مؤلف مشارك له، هانز سوس، أن «البشر يُجرون الآن تجربة جيوفيزيائية واسعة النطاق». كما ذكر أيضا أن «زيادة ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الغلاف الجوي [بسبب احتراق الوقود الأحفوري] هي في الوقت الحاضر قليلة لكنها قد تصبح كبيرة خلال العقود المستقبلية إذا استمر احتراق الوقود الصناعي بالارتفاع على نحو مطرد»[185].

كلمة «تجربة» تستحق قليلا من التأمل. هناك محظورات أخلاقية ضد التجارب البشرية التي تعرِّض حياة الآخرين للخطر أو تضر على نحو خطير بأولئك الذين يخضعون لهذه التجارب. بما أن هناك ملايين الأرواح المعرضة للخطر من جرَّاء «التجريب العشوائي» الذي يغير جذريا الغلاف الجوي للأرض ويهدد مستقبل الحضارة البشرية، فلا بد بالتأكيد من تطبيق المبدأ الأخلاقي نفسه.

بدأ علم المناخ قبل أكثر من 150 عاما[186] عندما اكتشف العالم الإيرلندي الأسطوري جون تيندال أن غاز ثاني أكسيد الكربون يحبس الحرارة. الآلية الفعلية التي يحدث بها هذا الأمر معقدة أكثر من الاستعارة الشعبية لعبارة «ظاهرة الاحتباس الحراري»؛ تمتص الروابط التي تجمع ذرات جزيء ثاني أكسيد الكربون CO_2 الطاقة وترسلها شعاعيا في موجات الأشعة تحت الحمراء، مما يعيق تدفق الطاقة من السطح نحو الخارج في اتجاه فضاء يشبه إلى حد كبير البطانية.

ولكن العواقب هي نفسها - ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الغلاف الجوي، مثل زجاج الدفيئة، يحتفظ بالحرارة التي تأتي من الشمس. الاكتشاف التاريخي الذي توصل إليه تيندال حدث في العام ذاته (1859) الذي قام فيه العقيد أدوين دريك بحفر أول بئر نفطية في ولاية بنسلفانيا[187].

بعد سبعة وثلاثين عاما، في العام 1896، استشهد العالم الكيميائي السويدي سفانتي أرينيوس بتيندال في ورقة بحث بارزة تناول فيها السؤال التالي: «هل يتأثر متوسط درجة الحرارة على الأرض بأي شكل من الأشكال بوجود الغازات التي تمتص الحرارة في الغلاف الجوي؟». أجرى أرينيوس أكثر من 10 آلاف عملية حسابية باليد من أجل التوصل إلى استنتاجه أن تضاعف تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 [188] في الغلاف الجوي من شأنه أن يرفع المعدل العالمي لدرجات الحرارة عدة درجات مئوية.

في النصــف الثاني من القرن العشرين، وفي خضم تفجر عمليات التصنيع في فترة ما بعد الحرب، نشطت الأبحاث في مجال الاحترار العالمي إلى حد كبير. دفعت السنة الجيوفيزيائيــة الدولية لعــام 1957 - 1958 كلا من روجر ريفيل وتشــارلز ديفيد كيلينغ إلى تأسيس مشروع تاريخي للبدء بقياس منهجي طويل الأجل لتركيزات غاز ثاني أكســيد الكربون CO_2 في الغلاف الجوي العالمــي. وكانت النتائج مذهلة. بعد بضع ســنوات فقط من القياســات أصبح من الواضح أن تركيز الغاز يزداد بشــكل مطرد بكمية كبيرة[189]، وهذه النتيجة تأكدت في الســنوات التالية بواسطة تركيب محطات رصد في جميع أنحاء العالم.

لأن معظم مساحة اليابسة والنباتات النفضية تقع في نصف الكرة الشمالي، يُظهر تركيز غاز ثاني أكســيد الكربون CO_2 دورة ســنوية من امتصاص وإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 من قبل المحيط الحيوي الأرضيّ، والذي تكون بكميات أضخم بكثير في شمال خط الاستواء مما هو عليه في الجنوب. ونتيجة لذلك، فإن تركيز غاز ثاني أكســيد الكربون CO_2 في نصف الكرة الشــمالي يرتفع في فصل الشتاء (عندما يكون امتصاص الأشــجار والأعشاب لغاز ثاني أكسيد الكربون منخفضا) وينخفض في فصل الصيف (عندما تسحب الأشجار والأعشاب غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 مرة ثانية من الهواء).

بيــد أن الملاحظات أظهــرت أيضا بوضــوح أن التركيز الكليّ لغاز ثاني أكســيد الكربون CO_2 على مدار هذه الدورة الموســمية الســنوية كان يتحول باطراد نحو الأعلى[190]. بعد الســنوات الســبع الأولى من القياسات الاســتثنائية المشمولة فيما يعرف الآن باسم منحنى كِيلينغ (Keeling Curve)، كانت الدرجة الدنيا في الدورة الســنوية بالفعل أعلى من الدرجة العليا عندما بدأت القياسات. بعد ستة وخمسين عاما، لاتزال هذه القياســات تجرى بشــكل يومي، من قمة بركان ماونا لوا Mauna Loa(*)؛ وفي القطب الجنوبي؛ وفي ســاموا الأمريكيــة؛ وفي نتوء ترينيداد البحري في كاليفورنيا؛ وفي بارو في ألاســكا. بالإضافة إلى ذلك، هناك ســتون مجموعة «تعاونية موزعة» أخرى من القياســات[191]، تشــمل الصور الجانبية التي تلتقطها الطائرات، والمقاطع العرضية للســفن، والمناطيد، والقطارات. وبالمناسبة، يُشرف على المشروع

(*) في جزيرة هاواي [المترجم].

حاليـا عـالم بارز، هو رالف كِيلينـغ، الذي صادف أن يكون نجـل ديف. وهو الآن يرصد أيضا الانخفاض الطفيف ولكن الثابت في تركيز الأوكسـجين في الغلاف الجوي - الذي لا يدعو إلى القلق بحد ذاته، ولكنه يعتبر تصديقا آخر على صحة علم المناخ الأساسي، الذي تنبأ بهذه النتيجة منذ زمن طويل، وطريقة فعَّالة[192] للتأكد من دقة قياسات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2.

بعد عشر سـنوات من بدء ريفيل وكِيلينغ قياس غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الغـلاف الجوي، كان لي الـشرف في أن أصبح أحد طلبة ريفيل في الجامعة وكنت معجبا بشـدة بالوضوح الـذي وصف به هـذه الظاهرة والبصيرة التـي توقع بها ماذا سـيحدث في المستقبل إذا ما اسـتمرت هذه الزيادة المطردة في احتراق الوقود الأحفوري وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 الناجمة عنها.

بعـد عقد من الزمـان من مغادرة الجامعة، بدأت عقد جلسـات اسـتماع في الكونغرس حول الاحترار العالمي، وفي العامين 1987 و1988، رشـحت نفسي لمنصب رئيـس البلاد من أجل صب مزيد من الاهتمام بـضرورة إيجاد حل لأزمة المناخ. في شـهر يونيو من العام 1988، أدلى عالم وكالة الفضاء الأمريكية ناسـا جيم هانسـن بشـهادته بأن الدليل على تسبب الإنسان في الاحترار العالمي أصبح مُعتمدا إحصائيا في ملاحظات ارتفاع درجات الحرارة في العالم. وبعد سـتة أشهر، في ديسمبر، أسست الأمـم المتحدة هيئة علمية عالمية - وهي اللجنـة المؤلفة من المنظمات الحكومية الخاصة بتغير المناخ (IPCC) - لتوفير ملخصات معتمدة عن الأدلة التي اكتُشـفت في الدراسات العلمية في جميع أنحاء العالم.

اليـوم، وبعد ربع قرن من بدء اللجنة الخاصـة بتغيير المناخ IPCC عملها، أصبح الإجماع العلمي الدولي الذي يؤكد اسـتمرار هيمنة الأنشـطة البشرية في التسـبب في ظاهرة الاحترار العالمي قويا إلى درجة موازية لأي إجماع آخر جرى التوصـل إليه في أي وقت مضى في مجال العلوم. إن الخطر حقيقي، وهو مرتبط في المقام الأول بالأنشـطة البشرية، وهو أمر خطير، يتطلب اسـتجابة عاجلة في مسـألة الحد بشـكـل كبير من انبعاثـات غازات الاحتباس الحـراري. كل كلية وطنية للعلوم وكل مجتمع علمي رئيس في العالم يدعم وجهة النظر هذه المتفق عليها بالإجماع.

في بيان مشترك في العام 2009، أعلنت الأكاديميات الوطنية للدول الثماني العظمى G8 [193] وخمس دول أخرى، «ضرورة القيام بإجراءات عاجلة للتصدي لتغير المناخ الذي أصبح الآن أمرا غير قابل للجدال»[194]. وفقا لدراسة معتمدة من قبل خبراء في هذا المجال نُشِرت في «وقائع أعمال الأكاديمية الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة»، فإن «97 - 98 في المائة من الباحثين في مجال المناخ[195] والذين ينشرون أبحاثا بشكل نشيط في هذا المجال يؤيدون مبادئ ACC (تغير المناخ البشري المنشأ) التي حددتها اللجنة الخاصة بتغيير المناخ IPCC».

ومن المهم أيضا أن الآثار الفعلية لظاهرة الاحترار العالمي التي تكشفت لاحقا في العالم الحقيقي فاقت كل التوقعات تقريبا التي أدلى بها العلماء في العقود الأخيرة حول هذه الظاهرة. وكما ذكر كثيرون، فإن العلماء بشكل عام والعملية العلمية بشكل خاص يتميزون بالحذر الضمني في التوصل إلى نتيجة، بل يمكن وصفهم بالمحافظين. محافظون ليس بالمعنى السياسي للكلمة، ولكنهم محافظون في منهجيتهم وأسلوبهم. يعزز هذا المنهج التقليدي وثقافة الحذر الراسخة منذ أمد بعيد عملية المراجعة التي يقوم بها خبراء متخصصون والتي تتطلب دليلا مُقْنعا لأي ادعاءات تُنشر. والثقافة نفسها لا تشجع على إصدار التصريحات حتى إن كانت عن الآثار التي تبدو واضحة والتي يمكن أن تعكس المنطق السليم لكنها غير مثبتة بشكل ملائم يستوفي شروط النشر في الدوريات العلمية المحكمة على يد مجموعة من الخبراء المتخصصين في المجال.

مع ذلك، وعلى الرغم من هذه الثقافة المحافظة، رفعت الأوساط العلمية العالمية الصوت عاليا وحذّرت صنّاع السياسات بشكل علني وصريح أنه يتعين علينا التحرك بسرعة لتجنب حدوث كارثة كونية. ولكن على الرغم من الخسائر المتزايدة التي نتكبدها نتيجة الكوارث المتصلة بالمناخ والاحترار الواضح لكوكب الأرض الذي أصبح واضحا غريزيا للجميع تقريبا، لم تكن هناك سوى تغييرات طفيفة تكاد لا تذكر على صعيد السياسات الموضوعة للتصدي لهذا الخطر الذي يهدّد الوجود.

بوجود مستقبل الحضارة الإنسانية في كفة الميزان، تكون كل من الديموقراطية والرأسمالية قد فشلتا فشلا ذريعا في خدمة المصالح المهمة للبشرية. وكلتاهما

غـير عمليّـة وفي حالــة يرثى لها. ولكــن إذا عولــج الخلل في نســختنا الحالية من الديموقراطية والرأســمالية، وإذا أزيلت عوائق الفساد، وسيطرة الشركات، وهيمنة النُّخَب، فســيكون كلا هذين النظامين ذا أهمية لا تقدر بثمن في إحداث منعطف في الحضــارة العالميــة في الاتجاه الصحيــح قبل فوات الأوان. بيــد أن هذا التحول الصعب في السياسة يتطلب قيادة وشجاعة سياسية نفتقر إليهما في الوقت الراهن، لا سيما في الولايات المتحدة.

وكي نفهم ســبب فشــل عدد كبير من القادة السياسيين في معالجة هذه الأزمة الوجودية، من المهم استكشــاف الطريقة التي تلاعب بها الناكرون لمســألة الاحترار العالمــي في التصــوُّرات العامــة لــدى الناس حول هــذه الظاهــرة، وكيف جعلت ســيكولوجية القضيــة مهمة التلاعب أســهل مما ينبغي. أغدقت الــشركات القوية التي لهــا مصلحة في تأخير العمل تجاه حل الأزمة الأموال على حملة عامة تهكميّة ومخادعة للتلاعب بالرأي العام من خلال زرع بذور الشــك المضللة حول واقع أزمة المناخ. وهم يســتغلون الرغبة الطبيعية الموجودة لــدى كل واحد منا في اغتنام أي مؤشر يظهر أن ظاهرة الاحترار العالمي ليست حقيقية في نهاية المطاف وأن العلماء قد ارتكبوا خطأ جسيما بشكل من الأشكال.

لقــد وصف كثيرون أزمة المناخ بأنها «قضية مــن الجحيم»، ويرجع ذلك جزئيا إلى أن تعقيدها، وحجمها، وإطارها الزمني، مجتمعة تجعل المناقشة العامة للأزمة، وأســبابها، وآفاق حلولها أكثر صعوبة. ولأن عواقبهــا موزعة في كل أرجاء المعمورة، فإنها مقنَّعة كالفكرة المجرَّدة. ولأن الحلول تتطلب اتخاذ مسار جديد إلى المستقبل، وتحســين التقنيات المعهودة، وتعديــل الأنماط القديمة، فإن ذلــك يثير لدينا نزعة العــزوف الطبيعيــة عن بــذل الجهود من أجــل التغيير. ولأن أســوأ الأضرار تَطَال المستقبل، في حين أن سعة الانتباه لدينا قصيرة الأمد طبيعيا، فإن ذلك يجعلنا عرضة للتوهم بأن أمامنا مُتسعا من الوقت قبل أن يتعين علينا إيجاد حلول للأزمة.

«الإنــكار» هــو نزعة نفســية نحن جميعــا ضعفاء أمامهــا. أحد الأوائــل الذين استكشــفوا كيفية عمل هذه الظاهرة كانت إليزابيث كوبلر روس، التي درَّســت، وفقا للمنظمة التي أسســتها، أن «الإنكار» يمكن أن يكون رفضا شــعوريا أو لاشــعوريا[196] لقبــول الحقائق، أو المعلومات، أو واقع الحــال. الإنكار هو آلية دفاعية، وبعض الناس

يمكـن أن يصبحوا حبيسي هذه الفكرة في هذه المرحلـة. تعريف علم النفس الحديث لهذه الحالة هو: «آلية دفاع لاشـعورية تتميز برفض الاعتراف بالحقائق، أو الأفكار، أو الأحاسيس المؤلمة»[197].

بالتأكيد فإن احتمال وجود خطر كارثي يهدد مسـتقبل الحضارة العالمية برمتها يمكن أن يوصف بأنه «فكرة مزعجة». والنزعة الطبيعية الموجودة في داخلنا جميعا تجعلنا نأمل ألا يكون الإجماع العلمي بشـأن الاحترار العالمي تصويرا دقيقا للخطر الحقيقي الذي نواجهه. يسـتجيب أولئك الذين يصبحون حبيسي هذه الإستراتيجية النفسـية عادة للأدلة القوية والدامغة للاحترار الحراري بمزيد من النكران المتصلب والمتعنت للمفهوم برمته، ويهاجمون بشراسـة كل الذين يصرّون على ضرورة اتخاذ الإجراءات اللازمة بهذا الصدد[198].

لقـد تعلمنا الكثير عن الطبيعة البشرية خلال القرن الماضي. ونحن نعلم الآن، على سبيل المثال، أن «الإنسان العاقل» الذي تصوَّره فلاسفة عصر التنوير - وتعريف السلوك البشري الذي تضمنته أعمال آدم سـميث وغيره من الاقتصاديين الكلاسيكيين الآخرين، والذي يشير إليه البعض الآن باسم «الإنسان الاقتصادي» (economicus Homo) - لا يعبِّر في الواقع عن حقيقتنا. على العكس تماما، فنحن ورثة الإرث السـلوكي الذي تشكَّل على مدار الزمن الطويل لتطورنا كجنس بشري. إلى جانب قدرتنا على التفكير العقلاني، نحن نميل بشـدّة إلى أن نكون أكثر اهتماما واسـتجابة للعوامل الغريزية قصيرة الأجل من التهديدات طويلة الأجل التي تتطلب استخدام قدراتنا على التفكير العقلاني.

طـرح العالمـان الاجتماعيان[199] - جـين رايزن من جامعة شـيكاغو، وكلايتون كريتشر من جامعة كاليفورنيا، بيركلي - على مجموعتين من الناس السلسـلة نفسها من الأسـئلة حول ظاهرة الاحترار العالمي، باختلاف وحيد هو درجة الحرارة في كل غرفة. أولئك الذين أجابوا عن الأسـئلة في غرفـة درجة حرارتها أعلى بعشر درجات مئوية أعطوا إجابات تشير إلى تأييد القيام بعمل ما للتصدي للاحترار الحراري بشكل أكـبر بكثير من المجموعة في الغرفـة الأبرد. وقد ظهرت الاختلافـات بين الليبراليين والمحافظين على حد سـواء. في الدراسة الثانية، طُلِبَ من مجموعتين الإدلاء بآرائهم حول الجفاف، فكان لأفراد المجموعة التي قُدِّم لها البسـكويت المملّح لتناوله نظرة مختلفة بشكل ملحوظ عن نظرة المجموعة التي لم تكن عطشى للماء مثلها.

في الوقت الذي يشـهد فيه العالم تغيرات مفاجئة بفعل العوامل المشـمولة في هـذا الكتاب - العولمة وظهـور شركة الأرض، والعالم الرقمـي، والإنترنت، والثورات الحاسوبية، وعلوم الحياة وثورات التكنولوجيا الحيوية، والتحول التاريخي في ميزان القوى السياسية والاقتصادية في العالم، والالتزام بشكل من أشكال «النمو» يتجاهل القيم الإنسـانية ويهدد باسـتنزاف الموارد الأساسية المهمة لمسـتقبلنا - تُدرج أزمة المناخ بسهولة في أدنى سلَّم الأولويات السياسية في معظم الدول.

التعريف الخاطئ للنمو الذي وصفناه في الفصل الرابع هو في مركز الحسابات الخاطئـة الكارثيـة لتكاليف وفوائـد الاعتماد المسـتمر على الوقـود القائم على الكربون. تُقدَّر أسـهم شركات وقود الكربون المتداولة علنا، على سبيل المثال، على أسـاس العديد من العوامل، وخصوصا قيمة الاحتياطيات التي تحت سـيطرتها. في تحديـد قيمة هذه المسـتودعات تحت الأرض، تفترض الشركات أنها سـوف تُنتج وتُباع بمعدلات أسعار السوق للحرق. ولكن أي شخص عاقل ولديه معرفة بالإجماع العلمـي العالمي حول أزمة المنـاخ يَعْلَم أن هذه الاحتياطيات لا يمكن حرقها كلها. فالفكـرة بحد ذاتها غير عقلانية. ومـع ذلك، لا تُدرج العواقب البيئية الناجمة عن حرقها في التقييمات السوقية.

بالإضافة إلى الإنكار واعتمادنا الأعمى الذي في غير محله على البوصلة الاقتصادية الخاطئة بشكل جسـيم، هناك نزعة متأصلة أخرى نحن جميعا ميَّالون إليها وهي: أننـا نريد أن نصـدِّق أن جميع الأمـور في نهاية المطاف سـليمة في العالم، أو على الأقـل في الجزء من العالم الذي يعيش فيه كل واحد منا. علماء النفس الاجتماعيون يطلقون على هذا اسـم نظرية تبرير النظام، وهي نظرية تقول إن الجميع يريدون أن يحسنوا الظن بأنفسـهم، وبالمجموعات التي ينتمون إليها، وبالنظام الاجتماعي الذي يعيشون فيه حياتهم. وبسبب حجم التغيرات اللازمة لمواجهة ظاهرة الاحترار العالمي، يمكن بسـهولة تصوير أي اقتراح سننطلق به في هذه الرحلة الضرورية على أنـه تحدٍ للوضع الراهن ويثير فينا نزعة الدفاع عنـه من خلال الرفض التلقائي لأي بديل محتمل[200] للوضع الراهن.

عندما يكون هنـاك تهديد وجودي يتطلب التعبئـة الجماعية السريعة - مثل الهجـوم الـذي تعرضـت لـه القاعدة البحريـة الأمريكـة في مرفـأ بيرل هاربور

(Pearl Harbor) في العــام 1941، على ســبيل المثال - فإن عــدم الرغبة الطبيعية في كسر الأنماط المريحة والخروج منها يطغى عليها الشــعور بالحالة الطارئة. ولكن معظم هذه الأمثلة متجذّر في الســيناريوهات نفسها لصراع الجماعات التي ميّزت المرحلة الطويلة لتطورنا كجنس بشري. ليس هناك ســابقة (باستثناء ثقب الأوزون) لاســتجابة عالمية سريعة لتهديد عالمي عاجل - وخصوصا عندما تشــكّل الاستجابة المطلوبة تحديا كبيرا لمسار الأعمال كالمعتاد.

عندما واجه الرئيس ريغان ضرورة الحد من الأسلحة النووية، أعرب عن التفكير نفســه في عدة مناســبات، بما في ذلك إحدى المرات في كلمة ألقاهــا أمام الجمعية العموميــة للأمم المتحدة قــال فيها: «في خضم العداوات الآنيّــة التي تتملكنا[201]، غالبا ما ننسى الأشياء الكثيرة التي توّحد جميع بني الإنسان. لعلنا بحاجة إلى تهديد خارجي عالمي يجعلنا نُدرك هذه الرابطة المشتركة بيننا. أفكر بين الحين والآخر كيف أن خلافاتنا على نطاق العالم يمكن أن تزول بسرعة لو كنا نواجه تهديدا من كائنات غريبة من خارج هذا العالم». بعض أعضاء الحزب السياسي الذي أنتمي إليه سخروا مــن تعبير الرئيس ريغان خلال فترة رئاســته، ولكنني كنت دائما أعتقد أنه يُجسّــد فكرة مهمة.

سياسة التقسيم

نحــن بالطبع نواجه تهديــدا عاما للبشرية جمعاء فيما يخــص أزمة المناخ. ولكن هــذا التهديد ليس قادما من كائنات غريبة؛ وإنمــا منّا نحن البشر. لذلك فإن قدرتنا على الاســتجابة من خلال التوحد من أجل التغلب على هذا التهديد يمكن أن تقوّضهــا «العــداوات الآنيــة». لقد أدرك مؤسسو أمريكــا أهميــة هــذه الســمة المتأصلة في الطبيعة البشريــة. بعد أكثر من قرنين مــن الزمن يقول لنا العلــماء إن النزعة نحو تشــكيل فصائل متناحرة هي نزعــة عميقة الجذور في تاريخ جنسنا البشري.

وكــما كتب إي. أو. ويلســون أخيرا[202]، «الجميع، من دون اســتثناء، يجب أن يكون لهم قبيلة، وهي تحالف يســتخدم مطيّة للســباق من أجل السلطة والأرض، وشــيطنة العدو، وتنظيم المســيرات ورفع الأعلام. وهكذا كان الأمــر على الدوام...

فالطبيعة البشرية لم تتغير. الجماعات الحديثة هي مكافئة نفسيا لقبائل التاريخ القديم. وعلى هذا الأساس، فإن هذه الجماعات تتحدر مباشرة من جماعات البشر البدائيين وما قبل البشر».

وهذا هو أحذ الأسباب الكامنة وراء تحول عملية نكران ظاهرة الاحترار العالمي بشكل ما إلى قضية «ثقافية»، بمعنى أن العديد من الذين يرفضون الأدلة العلمية يشعرون برابطة القرابة الجماعية - أشبه بـ «الهوية القبلية» - مع الآخرين الحبيسين أيضا لفكرة الإنكار. في الولايات المتحدة، الأيديولوجية المحافظة المتطرفة التي أصبحت تهيمن على الحزب الجمهوري تستند في جزء منها على التزام متبادل للمحاربة بشراسة ضد مجموعة متنوعة من مختلف مقترحات الإصلاح التي يعارضها أعضاء ائتلاف مُتَبَاين.

يمكن تسميته بمبدأ الفرسان الثلاثة: الجميع للفرد والفرد للجميع. فأولئك المهتمون بشكل أساسي بمعارضة أي شكل من أشكال وضع الضوابط على امتلاك السلاح يتفقون على دعم موقف شركات النفط والفحم التي تعارض أي جهود للحد من التلوث الناجم عن الاحترار العالمي. النشطاء المناهضون للإجهاض يتفقون على دعم المصارف الكبيرة في معارضتها للوائح المالية الجديدة. وكما يقول كورت فونيغت(*): «هكذا تجري الأمور».

على مدى العقود الأربعة الماضية، أصبحت كبرى الشركات الملوثة بالكربون أعضاء في معاهدة الثورة المضادة المناهضة للإصلاح التي وصفناها في الفصل الثالث والتي نُظِّمت في سبعينيات القرن العشرين تحت رعاية غرفة التجارة الأمريكية - وذلك بدواعي الخوف من أن موجة حركات الاحتجاج الهائجة لفترة الستينيات (ضد حرب فيتنام، ومن أجل الحقوق المدنية، وحقوق المرأة، وحقوق مثليي الجنس، وحقوق المعوَّقين، والحركة الاستهلاكية، وإقرار قوانين الرعاية الطبية وبرامج مساعدة الفقراء، وهلم جرا) كانت تهدد بالخروج عن السيطرة بطرق قد لا تصب في مصلحة الشركات القوية والنخَبْ. ومن وجهة نظرهم، فإن هذه الحركات كانت تهدد بتقويض الرأسمالية نفسها.

(*) كورت فونيغت (1922 – 2007)، روائي أمريكي من أشهر أعماله «مهد القطة» (Cat's Cradle) التي تناول من خلالها العلم والتكنولوجيا والدين ساخرا من سباق التسلح [المحررة].

إحدى العواقب الدائمة للحركة المناهضة للإصلاح كانت إنشاء شبكة واسعة من الهيئات الفكرية، والمؤسسات، والمعاهد، وكليات الحقوق، ومنظمات الناشطين التي تجمع عددا لا يحصى من «التقارير» الملفقة في معظمها، و«الدراسات»، والدعاوى القضائية، والشهادات أمام لجان الكونغرس والهيئات الرقابية، ومقالات الرأي، والكتب التي تقوم جميعها بالترويج لفلسفة وأجندة فرسان الشركات الجدد:

- الحكومة سيئة، لا يمكن الوثوق بها، وينبغي بدلا من ذلك الخشية منها، ويجب حرمانها من الموارد لكي لا تستطيع التدخل ضد خطط الشركات ومصالح النخب إلا بأدنى حد ممكن.
- الضائقة هي أمر جيد للفقراء لأنها الشيء الوحيد الذي سوف يعطيهم حافزا لأن يصبحوا أكثر إنتاجية؛ والضائقة تجعلهم أيضا أكثر استعدادا لقبول الحد الأدنى من الأجور والمزايا.
- الأغنياء، من ناحية أخرى، ينبغي أن يُفْرض عليهم أقل قدر ممكن من الضرائب وذلك لتشجيعهم على كسب مزيد من الأموال - التي تعتبر الطريقة الوحيدة المجرَّبة والصحيحة لتحقيق مزيد من النمو في الاقتصاد، حتى إن كان هناك طلب قليل جدا نظرا إلى أن المستهلكين لا يمتلكون ما يكفي من المال لشراء مزيد من السلع والخدمات.
- مزيد من عدم المساواة هو أمر جيد، لأنه في آنٍ واحد يحثّ الفقراء على مزيد من الطموح، والأغنياء على مزيد من الاستثمار، حتى إن أظهرت الأدلة أن المجموعات ذات الدخل العالي يهتمون في المقام الأول بالحفاظ على الثروة عندما يكون الاقتصاد ضعيفا.
- البيئة يمكن أن تعتني بنفسها بشكل جيد، مهما كانت كمية التلوث التي نلقيها فيها. وأي شخص يعتقد خلاف ذلك يكون مدفوعا بحبٍ للاشتراكية لا يمكن إخفاؤه وبتصميمٍ مستمر على عرقلة مسار الأعمال.

هناك وبدرجة متفاوتة بالطبع حافزٌ طبيعي لبناء تحالفات واسعة بين المصالح المختلفة في معظم الأحزاب السياسية. أنا بالتأكيد شهدت مثل هذه الضغوط كعضو في الحزب الديموقراطي عندما عملت في الكونغرس. ولكن هناك شيئا مختلفا حول مبدأ الانضباط والسير بإيقاع موحد في ائتلاف الجناح اليميني الجديد في الولايات

المتحدة - وهو مبدأ يفرضه المساهمون الأثرياء جدا الذي ينصب جُلّ اهتمامهم على السياسات التي تزيد نسبة حصتهم المجحفة بالفعل من الدخل الإجمالي للولايات المتحدة.

في عالم اليوم، أدى تحدي الاحترار العالمي، للأسف، إلى انقسام قَبَليّ تقريبا بين أولئك الذين يقبلون الإجماع العلمي الساحق - والأدلة التي يتلمسونها بأنفسهم - وأولئك الملتزمين والمصممين على رفضه. يجري التعامل مع ضراوة معارضتهم كأنها نوع من الشعار الذي يدل على انتسابهم للمجموعة الثانية وعلى عدائهم للمجموعة الأولى.

الرافضون المنظمون يعلمون أنه لكي يحافظو على هيمنتهم على الائتلاف المعارض لسياسات الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، لا يتعين عليهم إثبات أن الاحترار العالمي الذي من صنع الإنسان ليس حقيقيا - على الرغم من أن الكثيرين منهم يؤكدون بالفعل هذا الأمر مرارا وتكرارا. فكل ما هو مطلوب منهم فعله في الواقع هو زرع الشك في نفوس الجماهير لإقناعهم بأن «هيئة المحلفين لم تتخذ قرارها بعد». لقد جرى الإفصاح عن هذا الهدف الإستراتيجي بشكل واضح وصريح في وثيقة داخلية من ائتلاف الشركات التي يهيمن عليها كبار الشركات الملَوِثة بالكربون.

وقد نصّت الوثيقة التي سُرِّبت إلى الصحافة في العام 1991، على أن الهدف الإستراتيجي للمجموعة كان «تصحيح وضع الاحترار العالمي على أنه نظرية وليس حقيقة»[203]. التفسير السمح لهذا هو أن هذه الشركات لطالما وقعت أسيرة لما يعتبرونه ادعاءات مُبالغا فيها من جانب الناشطين في مجال البيئة الذي يسعون وراء مزيد من التنظيم لمختلف أشكال التلوث، وأصبحت لديهم عادة في المعارضة اللاإرادية لأي ادعاء حول الأضرار الوشيكة من خلال الخروج الجماعي لتقويض مصداقية هذه الادعاءات والأشخاص الذين يقفون وراءها.

ولكن في ضوء التوثيق الشامل منذ عقود الذي جعل هذا التهديد المميت واضحا وضوح الشمس، وفي ضوء إعلان الأكاديميات الوطنية للعلوم في مختلف أنحاء العالم أن الأدلة الآن غير قابلة للجدل، لم يعد من السهل أن نكون سَمِحينَ في تقييم ما يقوم به هؤلاء الرافضون الأثرياء، والأقوياء، والذين لا يهمهم إلا مصلحتهم

الذاتيــة. فهم يرفضون روح الحــوار العقلاني. كما يرفضون ويحطون من قدر نزاهة العمليــة العلمية. لم ينفــع شيء لجعلهم يَفونَ بالتزاماتهم تجــاه المصلحة العامة. وصحيــحٌ أن البعض قد فحــص الأدلة وراجع ضميره، وتغــيَّر. ولكن من فعلوا ذلك لايزالون أقليَّة ضئيلة. ولايزال الاعتداء الذي يقوم به هؤلاء الرافضون على مســتقبل عالمنا متواصلا.

فعــلى العمــوم، لم يعد هناك أدنى شــك على الإطــلاق أن انبعاثات غاز ثاني أكســيد الكربون CO_2 التي يُصدرها الإنسان والملوثات الأخرى للاحترار العالمي تضر بشــكل خطير بالنظام البيئي الكوني الذي يعتبر أمرا حاســما لبقاء الحضارة الإنسانية في المستقبل. العديد من الكوارث المناخية الشديدة التي حصدت حتى الآن كثــيرا من الأرواح وتســببت في كثير من المعاناة يجري ربطها حاليا بشــكل مبــاشر مع ظاهرة الاحترار العالمي. الأضرار التي أصابت مئات الملايين من الجيل الحــالي تجعل مســألة تجاهل العواقب الأخلاقية لما يجــري القيام به في الوقت الراهن أمرا مستحيلا.

تَعْتَبِر معظم النظم القانونية في العالم أن أي شخص يحرف الحقائق المادية عن عَمْد بغرض تحقيق الثراء الذاتي على حســاب الآخريــن الذين يعتمدون على هذه التحريفــات الزائفة ويتعرضون لــلأذى أو الضرر نتيجة لذلك بأنه قد ارتكب جريمة جنائية ومدنية على حد سواء. ويعتبر التحريف جريمة قانونية حتى وإن كان ناجما عن الإهمال فقط. وإذا كانت التصريحات الكاذبة رعناء وكانت الأضرار التي تعرض لها كل مَنْ اعتمد عليها جسيمة، تكون المخالفة أكثر خطورة. المعيار القانوني الأكثر شــيوعا لتحديد ما إذا كان الشــخص (أو الشركة) الذي حرَّف الحقائق المادية أو لم يفعل قد قام بذلك عن «معرفة» لا يقوم «دون أدنى شك في ذلك»، وإنما يقوم على «رجحان الأدلة».

شركات الوقود الأحفوري الكبيرة العامة المتعددة الجنســيات[204] لديها أصول تصل إلى نحو 7 تريليونات دولار معرضة للخطر في حال قَبِلتْ الشعوب والحكومات حول العالم بالإجماع العلمي العالمي[205]. وهذا هو الســبب الذي دفع العديد من هذه الشركات إلى تشويه الحقائق المادية للجماهير – والمستثمرين - بشأن الأضرار الجســيمة على مســتقبل الحضارة البشريــة التي تنجم عن تواصــل حرق أصولهم

الرئيسـة بهذه الطريقـة الرعناء. عند إضافـة قيمة الاحتياطيـات الكبيرة المماثلة المملوكة من قبل الدول السيادية إلى الأصول التي تملكها الشركات الخاصة والعامة، يصـل المجمـوع إلى 27 تريليون دولار[206]. وهذا هو السـبب الذي جعل المملكة العربية السـعودية، وحتى وقت قريب على الأقل، تبذل جهودا حثيثة وعنيفة لمنع أي اتفـاق دولي للحد من التلوث الناجم عـن الاحترار العالمي. في العام 2012، دعا أحد أعضاء الأسرة المالكة، وهو الأمير تركي الفيصل، المملكة العربية السـعودية إلى تحويـل اسـتخدام الطاقة المحلية إلى اسـتخدام يعتمـد 100 في المائة على مصادر الطاقة المتجددة[207] من أجل الحفاظ على احتياطياتها النفطية بهدف بيعها لبقية أنحاء العالم.

«أصول رَهْن الكربون العالية المخاطر»

تُقيم أصول النفط والفحم والغاز المسـجلة في دفاتر حسـابات شركات الوقود الأحفوري بمعدلات السوق استنادا إلى الافتراض بأنها ستباع في نهاية المطاف للعملاء الذين سوف يحرقونها ويفرّغون التلوث الغازي للاحترار العالمي الناجم عن ذلك في الغلاف الجوي للأرض. في الماضي، كنت أشير إلى هذه الاحتياطيات بأنها «أصول رَهْن الكربون العالية المخاطر»، لتشـبيهها بالرهـون العقارية عالية المخاطر، التي كانت السوق ومعظم الخبراء المصرفيين يعتقدون أيضا أنها ذات قيمة عالية للغاية. ولكن في الواقع، كان لهذه الرهون العقارية عالية المخاطر قيمة وهمية تستند إلى افتراض غير معقول وهو أن الناس الذين اقترضوا هذه القروض العقارية، وكان من الواضح أنهم غير قادرين على تسـديدها، سوف يتمكنون من تسديدها بطريقة أو بأخرى. وغالبا ما كان يُشـار إلى هـذه القروض في عالم المصارف عـلى أنها «قروض متدنية التوثيق»، أو ببساطة أكثر «قروض زائفة».

لاأزال أتذكر بوضـوح عندما وقّعت على أول قرض للرهن العقاري لشراء منزل عندما كنت شـابا. جلست حينها على الجانب الآخر من مكتب والتر غلين بيردويل جونيور، وهو المدير المسـؤول عن بنك سـيتزن في مدينة كارثيج، في ولاية تينيسي. وقبل منحي قرض الرهن العقاري، طلب مني السيد بيردويل تقديم إجابات مكتوبة لمجموعة طويلة من الأسـئلة بشـأن الدخل الذي أتقاضاه وصافي ما يتبقى لي منه.

وعلى الرغم من أن كلا الدخلين لم يكن عاليا جدا، كان على ثقة كافية بأنني سأكون قادرا على تسديد الأقساط الشهرية للقرض. ومن ثم طلب مني تسديد دفعة مُقدَّما كانت حينها بالنسبة إليَّ مبلغا كبيرا.

وعلى النقيض من ذلك، كانت قروض الرهون العقارية عالية المخاطر تُمنح لأناس ليس لديهم أي طريقة ممكنة لتسديد تلك القروض- وهذه حقيقة كانت ستكون واضحة على الفور لو طُلب من أي منهم الإجابة عن مجموعة الأسئلة التي طرحها على السيد بيردويل. ولم يُطلب من أي من هؤلاء المشترين للمنازل تسديد دفعة مقدَّمة. لذلك، فإن كان أي شخص عاقل يستطيع بسهولة تحديد أن هذه القروض العقارية من غير المرجح أن تُسدد، وأن الأمر لم يكن سوى مسألة وقت حتى يتعثر مشترو المنازل في تسديد هذه القروض، فلماذا تورطت المصارف في مثل هذه المعاملات؟

الجواب هو أنه في عصر شركة الأرض والعقل العالمي، كانت المصارف التي أصدرت هذه الرهون العقارية الخاطئة قادرة على استخدام أجهزة حاسوب قوية لجمع عدة آلاف من مثل هذه الرهون العقارية - ما مجموعه 7.5 مليون منها[208] في الولايات المتحدة وحدها - وتقطيعها إلى شرائح ومكعبات صغيرة ضمن منتجات المشتقات المصممة ماليا والمعقدة إلى درجة يصعب على معظمنا فهمها، ومن ثم بيعها في السوق التجارية العالمية. وبعبارة أخرى، كان الافتراض المضحك هو أن الخطر الكامن في منح قرض رهن عقاري لشخص لا يستطيع تسديده يمكن تبديده إذا ما جُمع العديد من هذه الرهون العقارية مع بعضها في حزم وبيعت في السوق التجارية العالمية.

عندما جرى اختبار هذا الافتراض خلال تباطؤ الاقتصاد العالمي في 2007 - 2008، انهار فجأة وأصبح العاملون في مجال المصارف في مواجهة مريرة مع الواقع. ولكن هذه المواجهة المريرة لم تَطُل بالنسبة إليهم، لأنهم كانوا قادرين على استخدام السلطة السياسية الساحقة التي كانوا قد اشتروها من خلال تمويل الحملات الانتخابية وأنشطة جماعات الضغط – مع مساعدة قليلة من المسؤولين الذين عبروا الباب الدوار الذي يربط الحكومات والمصارف - لإنقاذهم من قبل دافعي الضرائب، الذين اضطروا إلى اقتراض المال لهذا الغرض.

وكانت النتيجـة الصافية أزمة الائتمان والركود الاقتصادي الأعظم العالمي، الذي قد يعيد الاقتصاديون تسميته بالكساد الأعظم.

أصول رَهْن الكربون لها قيمة متضخمة في السـوق التجارية بشكل مماثل للرهون العقارية، يعززها افتراض لا عقلاني أكثر من الفكرة المضحكة التي كان تقول إنه لا ضير في منح قروض الرهن العقاري لملايين الناس غير القادرين إطلاقا على تسديدها. في هذه الحالـة، فإن الافتراض هو أنه لا ضير أبدا في حرق النفط الموجود في احتياطيات شركات النفط حتى آخر قطرة منه وتدمير مستقبل الحضارة. هذا الافتراض خاطئ.

ومع ذلك فإن القيمة السـوقية لشركات النفط، والفحم، والغاز الطبيعي التي تتبنى مثل هذا الافتراض اللاعقلاني مرتفعة جدا. في النهاية، هذا هو السبب الذين يجعلهم على اسـتعداد لتخصيص مليارات الـدولارات للدفاع عن هذا الافتراض - من خلال تنظيم حملات تضليلية واسعة النطاق ومتطورة للغاية تهدف إلى إقناع النـاس - وصنّـاع القرار - بأنه لا يوجد أي ضير على الإطلاق في حرق ما نسـتطيع من وقود الكربون.

لقـد خدعت شركات التلويث بالكربـون أيضا عمال مناجم الفحم وغيرهم من الموظفين في صناعة الطاقة الأحفورية لكي يتجاهلوا حقيقة التغيير الذي لا مفر منه. في خطاب بليغ وشجاع على منصة مجلس الشيوخ في العام 2012، قال السناتور جاي روكفلر، من ولاية ويسـت فرجينيا الأكثر اعتمادا عـلى الفحم في الولايات المتحدة، «ما أخشاه هو أن ما يثير المخاوف يتمثل في النظرة الضيِّقة للآخرين الذين يمتلكون دوافع متباينة - أحدها يُنكر حتمية التغيير في صناعة الطاقة، ويتجاوز عمال مناجم الفحـم بشـكل فيه إجحاف بحقهـم. الحقيقة هي أن العديد مـن الذين يديرون صناعـة الفحم اليوم يفضلون مهاجمة الأعداء الوهميين وإنكار المشـاكل الحقيقية بدلا من إيجاد الحلول لها»[209].

أرهبـت هيمنة الثروة ونفوذ الشركات في عملية صنع القرار معظم السياسـيين إلى درجة أنهم يخافون حتى من مناقشة هذا التهديد الوجودي بأي وسيلة مجدية. هناك مجموعة لا بأس بها من الاستثناءات الجديرة بالاحترام، ولكن في القضايا التي تخص مصالح شركة الأرض، تُحكم شركة الأرض قبضتها بشـكل كامل على السياسـة العالمية. وظّفت شركات وقـود الكربون أربع جماعات ضغط مناهضة للمناخ لكل

عضو واحد من مجلس الشيوخ الأمريكي ومجلس النواب[210] في حربها لِدَحر التشريعات الخاصة بالمناخ. وقد أصبحت هذه الشركات أحد أكبر مصادر تمويل الحملات الانتخابية[211] للمرشحين في كلا الحزبين - علما بأن العدد الأكبر منها يذهب لمصلحة المرشحين من الحزب الجمهوري.

لقد وفرت العديد من هذه الشركات مبالغ كبيرة من المال على مدى العقدين الماضيين لتمويل «أفّاكين للإيجار» الذين يلفقون سيلا لا ينضب من الادعاءات المضللة، والسطحية، وغير المتصلة، والمزيفة، وغير العلمية:

- ظاهرة الاحترار العالمي هي خديعة حاكها العلماء الذين يخططون لتلقي مزيد من التمويل الحكومي للأبحاث الحكومية، والناشطون الذين يريدون فرض الاشتراكية أو ما هو أسوأ من ذلك.
- الاحترار العالمي لم يعد يحدث؛ وقد توقف منذ عدة سنوات.
- إذا كان يحدث، فهو ليس ناجما عن تلوث الاحترار العالمي، بل هو نتيجة لدورة طبيعية.
- النظام المناخي للأرض مِطْواع بحيث إن بإمكانه، في أي حال من الأحوال، استيعاب كميات غير محدودة من تلوث الاحترار العالمي من دون عواقب ضارة.
- إذا كان الاحترار العالمي يحدث فعلا، فهذا أمر جيد بالنسبة إلينا في الواقع.
- وحتى وإن لم يكن جيدا بالنسبة إلى بعض الناس، فإن لدينا القدرة بالتأكيد على التكيُّف مع ذلك بقليل من العناء.
- القمم الجليدية على كوكب المشتري آخذة في الذوبان أيضا، وبالتالي فإنه من المنطقي أن نفترض أن ظاهرة ما غير مفهومة بشكل جيد مستوطنة في نظامنا الشمسي هي السبب الحقيقي (فضلا عن أن كوكب المشتري ليس فيه قمم جليدية).
- ما يسبب الاحترار العالمي هو البقع الشمسية (فضلا عن أن درجات الحرارة واصلت صعودها خلال «المرحلة الباردة» الطويلة لدورة البقع الشمسية التي تشرف على نهايتها الآن).

- ما يسبب الاحترار العالمي هو البراكين (فضلا عن أن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 التي يسببها الإنسان هي أكبر بنسبة 135 - 200 مرة من الانبعاثات البركانية، التي تعتبر على أي حال جزءا من عملية طبيعية خالية من الكربون على المدى الطويل).
- النماذج الحاسوبية لا يمكن الاعتماد عليها (فضلا عن أن أكثر من اثني عشر سجلا منفصلا ومستقلا لدرجات الحرارة من العالم الحقيقي تؤكد تماما ما تنبأت به النماذج الحاسوبية منذ زمن طويل).
- السُحُب سوف تلغي الاحترار العالمي (فضلا عن الأدلة المتزايدة على أن صافي ردود الفعل من السحب من المرجح أن يجعل الاحترار العالمي أسوأ من ذلك، وليس أفضل).

هناك أكثر من 100 حجة زائفة أخرى، أو وسيلة لصرف الانتباه عن المسألة الحقيقية، تُقحم بلا هوادة في وسائل الإعلام، عن طريق جماعات الضغط، والسياسيين أسيري القرار لأنهم يدينون بالفضل لشركات التلويث بالكربون. الشيء الوحيد المؤكد بشكل مطلق بالنسبة إلى الناكرين هو أن 90 مليون طن يوميا من تلوث الاحترار العالمي هي بالتأكيد ليست المسبب للاحترار العالمي - حتى وإن قال المجتمع العلمي بالإجماع عكس ذلك. هناك، بالتأكيد، بعض المعارضين للإجماع العلمي الذين يعتقدون بصدق أن العلم على خطأ. بعضهم لديه خلفيات وقصص شخصية تهيئهم للحرب لمجموعة متنوعة من الأسباب. ولكنهم يعتبرون حالة استثنائية، وافتقارهم الكامل لأي أدلة ذات مصداقية سيعمل على تهميشهم بسرعة لولا أن إنكار علم المناخ أصبح صناعة محلية مدعومة بسخاء من قبل شركات التلويث بالكربون.

لتقويض ثقة الجمهور في نزاهة العلم، تلوح شركات الكربون وعملاؤها وحلفاؤها باستمرار إلى أن علماء المناخ يزيِّفون الحقائق التي أماطوا اللثام عنها و/ أو هم طرفٌ خفيّ في مكيدة سياسية لبسط نفوذ الحكومة على نطاق أوسع. يُحاك الهجوم السياسي ضد علماء المناخ ليس من أجل تشويه صورتهم فحسب، وإنما أيضا لترهيبهم - مما زاد من النهج الحذر الذي يتبعه العلماء عادة.

قام النائب العام من الجنــاح اليميني[212] في إحدى الولايات الأمريكية باتخاذ إجــراءات قانونية ضد أحــد علماء المناخ لمجــرد أن اســتنتاجاته كانت غير ملائمة بالنسبة إلى شركات الفحم. لطالما رفعت المؤسسات القانونية والفكرية اليمينية[213] دعــاوى مرارا وتكرارا بحق علماء المناخ ووجهــت لهم القدح والذم في التصريحات العلنيــة. ولطالما ســعى أعضاء الجناح اليميني في الكونغرس مــرارا وتكرارا[214] إلى تخفيض تمويل البحوث الخاصة بالمناخ بشكل كبير. ولنذكر واحدة فقط من العديد من العواقب، فإن قدرة الولايات المتحدة على رصد التغير المناخي بشــكل مناســب قد تضررت بشــدة جرّاء التأخير أو الإلغاء المتكرر لإطــلاق الأقمار الصناعية المهمة لعملية الرصد[215] - وخاصة في الأوقات التي تكون فيها الحاجة ماسّة إلى البيانات.

عشية انعقاد الجلسة التفاوضية العالمية بشأن المناخ في ديسمبر من العام 2009 في كوبنهاغن، جرى الهجوم على كامل أوساط علم المناخ عن طريق ما بدا أنه حملة قرصنة محبوكة جيدا على رســائل البريد الإلكــتروني الداخلية الخاصة المتبادلة فيما بينها. وقد أدت العبارات المضلِّلة التي جرى انتقاؤها من تلك المراســلات وإخراجها من سياقها إلى تطبيل وتزمير وسائل الإعلام التابعة للجناح اليميني وكَيْل الاتهامات لأوســاط علم المناخ بأنها كانت تكذب عــلى الجماهير وعلى الحكومات. وقد أثبت التحقيق الموسَّــع الذي أجري بشأن عملية القرصنة التي تمت أنها جاءت من خارج مركز الأبحاث المُستهدف من دون تحديد هوية الجناة. وفي هذه الأثناء، جرت تبرئة علماء المناخ بشكل كامل من ارتكاب أي إساءة أو خطأ عن طريق أربعة تحقيقات منفصلة ومستقلة[216] تمت بشأن الحادثة.

آلة النكران

تجري إعاقة قدرة الجماهير على كشف زيف وخداع شركات التلويث بالكربون وحلفائها لأن الدور التقليدي لوسائل الإعلام الإخبارية قد تغيَّر إلى حد كبير في العقود القليلــة الماضية - خصوصا في الولايات المتحدة. فقد أشــهرت العديد من الصحف إفلاســها فيما تعاني معظم الصحف الأخرى من وطأة الضغوط الاقتصادية الشديدة التي تحد من قدرتها على أداء دورها التاريخي في ضمان أن أساس الديموقراطية هو «المواطنون المطّلعون».

كما ذكرنا في الفصل 3، البروز الصاعد للإنترنت هو مصدر أمل، ولكن في الوقت الراهــن فإن التلفزيون لايزال وســيلة المعلومات المهيمنة عــلى الإطلاق. ومع ذلك لاتزال أقســام الأخبار في شــبكات التلفزيون مطالبة الآن بالتركيز على الســبل التي تســهم في زيادة نســبة الأرباح الصافية للشركات. ونتيجة لذلك، فقد فُرِضَ عليهم طمــس التمييز بين الأخبار والترفيه. وبما أن تصنيف شــبكات التلفزيون هو مفتاح الربحية، فقد تغيرت نوعية القصص الإخبارية التي تحظى بأولوية العرض.

وفي الواقــع فإن كل برنامج إخباري أو وثائقي ســياسي على شاشــة التلفزيون يكون جزئيا تحت رعاية شركات النفط، والفحم، والغاز - ليس فقط خلال مواســم الحملات الانتخابية، ولكن في جميع الأوقات، وعلى مدار الســنوات - ويقدم رسائل تهــدف إلى تهدئــة وطمأنة الجماهير بأن كل شيء على ما يــرام، وأن البيئة العالمية ليســت في دائرة الخطر، وأن شركات الكربــون تعمل جاهدة لزيادة تطوير مصادر الطاقة المتجددة.

أثّر الخوف من مناقشــة ظاهــرة الاحترار العالمي تقريبا في جميع شــبكات الأخبار التلفزيونية العامة في الولايات المتحدة. يشن تحالف الرافضين (الناكرين) حملة من النقد اللاذع ضد أي شــخص تقريبا يتجــرأ على ذكر موضوع الاحترار العالمــي، ونتيجة لذلك، التزمــت العديد من الــشركات الإخبارية الصمت جراء هذا الترهيب الــذي يُمارس ضدها. حتى إن برنامج الطبيعة «الكوكب المتجمد» المشهور والذي يحظى باستحســان كبير لدى الجمهور والذي تعرضه قناة البي. بي. سي. البريطانيــة جــرى تمريره عــلى الرقابة قبل عرضه على قناة ديســكفري «الاكتشــاف» الأمريكية[217] وذلك لحذف النقاش الذي جاء فيه بشــأن الاحترار العالمي. بما أن أحد المواضيع الأساســية في سلسلة البرامج هذه هو ذوبان الجليد في جميع أنحاء كوكب الأرض، فمن الحماقة حذف نقاش بشأن الاحترار العالمي، الذي يعتبر بالطبع الســبب الرئيــس في ذوبان الجليد. وكما كتب الناشــط بيل مكيبن، «كان الأمر أشــبه بعرض فيلم وثائقي عن سرطان الرئة مع حذف الجزء المتعلق بتدخين السجائر»[218].

خــلال الصيف الحار مــن العام 2011 و2012، كانت نشرات الأخبار المســائية تشــبه في الأغلب نزهة في الطبيعة عبر «أســفار» العهد الجديــد. ولكن في كل مرة

تجري فيها تغطية أخبار متعلقة بالجفاف والحرائق والعواصف والفيضانات كمحور أساسي في النشرة، كان التفسير في كثير من الأحيان يذكر شيئا من هذا القبيل، «منطقة ضغط عالٍ» أو«ظاهرة النينيا».

في المناسبات القليلة التي يُناقش فيها الاحترار العالمي، تُشوه التغطية الإخبارية بنزعة وسائل الإعلام الإخبارية إلى الإصرار على تضمين البرنامج وجهة نظر مناقضة لإحداث «توازن» واهٍ مع كل تصريح يدلي به عالم المناخ عن الاحترار العالمي - كهناك فرقا مشروعا في وجهات النظر. وما زاد الطين بلة في هذه المشكلة هو تقليص الميزانيات المخصصة للتحقيقات الصحافية.

بالنسبة إلى شخص تربى على الإيمان بنزاهة العملية الديموقراطية الأمريكية - ولايزال يؤمن بأن نزاهتها يمكن استردادها وإحياؤها - فمن دواعي القلق العميق أن المصالح الخاصة قد تمكنت من إحكام قبضتها على عملية صنع القرار ووضع السياسات في أمةٍ وصفها إبراهام لينكون بكل بلاغة بأنها «خيرُ رجاء أخير للأرض»[219]. ولكن المعركة لاتزال طويلة. بؤرتها هي الولايات المتحدة، وذلك ببساطة لأن الولايات المتحدة لاتزال الدولة الوحيدة القادرة على حشد العالم لإنقاذ مستقبلنا. وكما قال إدموند بيرك «الشيء الوحيد الذي يحتاج إليه الشر لكي يسود هو أن يبقى الصالحون مكتوفي الأيدي»[220]. وهذا هو بيت القصيد: هل سيبقى الرجال الصالحون والنساء الصالحات مكتوفي الأيدي، أم إنهم سيلبون نداء الحالة الطارئة التي نواجهها الآن؟

في السنوات القليلة الماضية، بدأت وتيرة وحجم الظواهر الجوية الشديدة المتصلة بأزمة المناخ تمتلك تأثيرا كبيرا في مواقف عامة الناس تجاه الاحترار العالمي. حتى في الولايات المتحدة، حيث الحملات الدعائية للرافضين (الناكرين) لاتزال في أوج قوتها، فقد ارتفع الدعم الشعبي للإجراءات التي تتخذ للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري[221] بشكل ملموس. وتلقى المقترحات لبذل مزيد من الجهود في هذا الصدد تأييد الأغلبية منذ سنوات عدة ، على الرغم من ضعف حدة شعور الأغلبية للتغلب على الجهود التي تبذلها شركات التلويث بالكربون لشل حركة العمل السياسي. ولكن في الآونة الأخيرة، بدأ الدعم لاتخاذ الإجراءات يتعاظم بشكل مطرد.

في بدايــة إدارة الرئيس بــاراك أوباما في العام 2009، كانــت الآمال كبيرة في أن سياســة الولايات المتحدة بشأن الاحترار العالمي سوف تتغير- ولبعض الوقت تغيرت بالفعــل. قانــون الإنعاش الاقتصادي وإعادة الاســتثمار الذي أقــرّه الرئيس أوباما يؤكد بشــكل كبير الأحكام الخضراء[222]، بما في ذلك التدابير اللازمة لتسريع البحث والتطوير، والإنتاج، واســتخدام نظم الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة. وقد مهّد تعيينه للســيدة ليزا جاكســون، التي تتحلى بإمكانات بــارزة كمديرة لوكالة حماية البيئة، الطريق لإصدار سلســلة من القرارات غير المسبوقة والمبادرات التي أسهمت في الحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وإزالة الملوثات من البيئة.

كانت قرارات وكالة حماية البيئة التي تتطلب تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2 من محطات توليد الطاقة الجديدة والســيارات قرارات شجاعة، وقد أســهم قرار وكالة حماية البيئــة في التخفيض الحــاد لانبعاثات الزئبق من محطــات الفحــم في صدور قرارات مــن العديد من المرافق لإلغــاء خطط بناء محطــات توليد جديــدة تعمل بالفحم. ولقد وصف أحــد المهتمين بالبيئة، دان بِكَر، الذي يدير حملة المناخ الآمن لمركز ســلامة السيارات، النجاح الذي حققته جاكســون، وزميلها في مجلس الوزراء، وزير النقل راي لحود، ومستشــارة البيت الأبيض كارول براونر في التوصل إلى اتفاق مع شركات صناعة السيارات الأمريكية يتطلــب إجراء تحســينات كبيرة في عدد الأميال التي تقطعها الســيارة بالغالون الواحــد - ليصل في نهايــة المطاف إلى ضعف المعدل الحــالي أي ما يعادل 54.5 ميل للغالون الواحد - بأنه «أكبر خطوة منفردة تقوم بها أي دولة[223] للحد من تلوث الاحترار العالمي».

ولكن العديد من الأشياء حدثت خلال السنوات القليلة الماضية لتجعل التحدي الســياسي أكثر صعوبة مما كان يتوقعه الرئيــس أوباما. أولا، أدت الأزمة الاقتصادية والكســاد الأعظم الذي ورثه أوباما إلى عــزوف إدارته عن مواجهة التحدي الطويل الأجــل في ظــل المحنة الاقتصادية الراهنة شــديدة الوطأة. لقد طالــت آثار الركود الاقتصادي بســبب عمقه الاســتثنائي، وتخفيض المديونية الضخمة (سداد الديون) الذي أثاره، وانهيار ســوق الإســكان، وعــدم كفاية الأموال التي ضُخّت للتنشــيط الاقتصادي التي أعادت بعض الطلب – الذي لم يكن كافيا - إلى الاقتصاد.

ثانيـا، فاجأت الصـين العالم بتعهدها الكبـير في الهيمنة عـلى الإنتاج وتصدير طواحين الهواء والألواح الشمسـية، المدعومة بشـكل كبير بالقـروض الميسرة التي تدعمها الحكومة والعمالة المتدنية الأجر- التي مكّنتهم من إغراق السـوق العالمية بمعدات تقل أسعارها عن كلفة الإنتاج في الولايات المتحدة[224] وغيرها من البلدان المتقدمة.

ثالثـا، على الرغم من أن تشريعه الخاص بالمناخ أقره مجلس النواب عندما كان لايزال تحت سـيطرة حزبه، فإن القوانين البالية والمعطّلة لمجلس الشـيوخ الأمريكي مكّنـت الأقلية الحزبية مـن إبطاله في ذلك المجلس. وقال أعضاء مجلس الشـيوخ مـن كلا الحزبـين سرا إنـه كان في الإمكان إقرار خطـة المناخ بيد أنـه بدا لهم أن الرئيس أوباما لم يكن مستعدا لبذل كل الجهود المطلوبة لبناء تحالف لدعم الخطة. وقبـل ذلك، كان الرئيـس أوباما قد اختار أن يجعل مسـألة إصـلاح نظام الرعاية الصحية الأولوية الأولى بالنسـبة إليه، ولكن النظام السياسي المتضعضع بشكل كبير في الولايات المتحدة أنتج عقبات تشريعية على خطة أوباما للرعاية الصحية استمرت حتى بدأ موسـم الحملات الانتخابية النصفية، مما لم يترك أي وقت حتى لمناقشـة مجلس الشيوخ لقضية تغيّر المناخ.

بحلول ذلك الوقت، كان على ما يبدو أوباما وفريقه السـياسي في البيت الأبيض قد أجروا منذ فترة طويلة تقييما متزنا للمخاطر السياسـية المتعلقة بالولايات التي قد تعاقبه فيها شركات صناعات الوقود الأحفوري القوية إذا ما تعهد بإقرار خطته. لـذا بدلا من ذلـك، عندما تبنى خصومه في الكونغرس شـعار «الحفـر، يا حبيبي، الحفر» «drill, baby, drill» اقترح الرئيس التوسـع في التنقيب عن النفط - حتى في المحيط المتجمد الشمالي- والسماح باستخدام مزيد من الأراضي العامة لاستخراج الفحم. لهذه الأسباب وغيرها، فإن الآثار الإيجابية لمقترحات الطاقة والمناخ التي بدأ بها فترة رئاسـته جرى ابتلاعها بتحوله الحاد إلى تبني سياسة وصفها بأنها نهج «كل ما سبق» - وهو نهج أسهم في زيادة الاعتماد على الوقود الأحفوري الغني بالكربون.

رابعا، اكتشـاف احتياطيات هائلة من الغاز الصخري العميق خفّض أسعار الكهرباء مـع تحـوّل مزيد من محطات التوليد التي تعمل بالفحم إلى اسـتخدام الغاز الرخيص - الأمر الذي خفّض ثمن سـاعات الكيلو واط إلى ما دون المسـتوى المطلوب لطاقة الرياح

والطاقة الشمسية لتكون قادرة على المنافسة في هذه المرحلة المبكِّرة من تطورها في الوقت الراهن. لقد أغرق الغاز الصخري السوق منذ اكتشاف وإتقان تكنولوجيا جديدة في الحفر تجمع ما بين الحفر الأفقي والتكسير الهيدرولي (التكسير fracking). على الرغم من أن معظم النقاش بشأن التكسير الهيدرولي كان عن استخدامه في إنتاج الغاز الصخري، فإنه يُستخدم في إنتاج النفط كذلك، مما يفتح المخزون الذي كان يتعذر الوصول إليه سابقا، ويزيد منتوج النفط من الحقول التي كانت تقارب على النضوب سابقا.

تأثير التكسير الهيدرولي

حذر خبراء من أن العالم يمكن أن يتوقع زيادة مطردة في أسعار الغاز الصخري بما أن صادرات الغاز الطبيعي المسال (LNG) تنقل الغاز من الأسواق ذات الأسعار المنخفضة مثل الولايات المتحدة إلى الأسواق مرتفعة الأسعار بشكل أكبر في آسيا وأوروبا، بمعدل تكلفة للغاز الصخري يرتفع بشكل كبير في هذه العملية[225]. بيد أن حجم الاحتياطيات الجديدة التي كُشفت بواسطة عملية التكسير الهيدرولي قلب الموازين بشكل مؤقت على الأقل في هيكلية تسعير أسواق الطاقة. وقد طَمَس الحماس الناجم عن استغلال هذه الاحتياطيات عدة أسئلة حاسمة وخلافات من شأنها إثارة الحذر بشأن الغاز الصخري، وستفعل ذلك بمرور الوقت.

في البداية يجب الإشارة إلى أن عملية التكسير الهيدرولي تؤدي إلى تسرُّب كميات هائلة من غاز الميثان (وهو العنصر الرئيس المكوِّن للغاز الطبيعي)، الذي يعتبر أقوى باثنتين وسبعين مرة من غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في ظاهرة الاحتباس الحراري[226] في الغلاف الجوي على مدى إطار زمني مدته عشرون عاما. بعد نحو عقد من الزمان، يتفكك الميثان إلى ثاني أكسيد الكربون CO_2 وبخار الماء، ولكن تأثيره الحراري، جزيء بجزيء، لايزال أكبر بكثير من تأثير ثاني أكسيد الكربون CO_2 في جداول زمنية أقصر.

وقد أدت قوة غاز الميثان في التسبب في الاحترار العالمي إلى وضع مقترحات نحو بذل جهود عالمية للتركيز على إجراء تخفيضات حادة في انبعاثات غاز الميثان كأحد التدابير الإسعافية على المدى القصير لكسب الوقت من أجل تنفيذ[227] الاستراتيجيات العويصة اللازمة للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2. وبالمثل، فقد اقترح آخرون تركيزا قريب الأجل على تخفيض حاد في انبعاثات

الكربون الأسود، أو السخام، الذي يحبس الحرارة القادمة من الشمس والتي تستقر على سطح الجليد والثلوج[228] لزيادة امتصاص الحرارة وتعظيم نسبة الذوبان. وبتنفيذ هذين المقترحين معا، يمكن تخفيض الاحترار المحتمل إلى حد كبير بحلول العام 2050. وبالنظر إلى الوقت الطويل الذي انتظره العالم للبدء في كبح جماح هذه الانبعاثات، فنحن في حاجة إلى هذين المقترحين وأكثر من ذلك.

هناك تسربات ضخمة من غاز الميثان في عملية التكسير الهيدرولي قبل تثبيت المعدات في مكانها لاحتجاز الغاز على السطح. بعد تكسير التشكيلات الصخرية تحت الأرض بحقنها بسوائل ذات ضغط عالٍ، يكون هناك «تدفق عائد». وهذا يعني عندما تعود مياه التكسير، والمواد الكيميائية، والرمال المستخدمة في عملية التكسير الهيدرولي لتطوف على السطح مرة ثانية وتخرج من البئر، تكون هذه المواد تحتوي على كميات كبيرة من غاز الميثان، الذي إما ينطلق في الغلاف الجوي أو يحترق. على الرغم من أن العديد من كبار شركات التنقيب تتخذ خطوات لمنع هذا التسرب، فإن أغلبية شركات التنقيب الصغيرة «المستهترة وغير الآمنة» لا تفعل بذلك[229]. وعادة ما تُسرب كميات إضافية من الميثان في الغلاف الجوي في أثناء عمليات معالجة وتخزين وتوزيع الغاز. الحجم الكلي لغاز الميثان المتسرب كبير للغاية إلى درجة أن دراسات متعددة - بما في ذلك دراسة تحليلية لدورة الحياة أجراها أخيرا نيثان ميرفولد، الذي كان يعمل سابقا مع مايكروسوفت وهو مؤسس مشارك للمشاريع الفكرية، وكين كالديرا، عالم المناخ في قسم البيئة العالمية التابع لمؤسسة كارنيغي - وجدت الآن أن كل الفوائد تقريبا التي يحملها الغاز الطبيعي[230] بسبب انخفاض محتواه من الكربون مقارنة مع الفحم قد جرى إنكارها.

في عملياتها الجارية، تتطلب عملية التكسير الهيدرولي أيضا الحقن المستمر لكميات هائلة من المياه الممزوجة مع الرمل والمواد الكيميائية السامة في الصخر المحبوس بداخله الغاز. الشرط الذي يتطلب في المعدل خمسة ملايين غالون من المياه لكل بئر[231] يسبب الآن صراعات في المناطق التي تعاني الجفاف وشح المياه. في العديد من المجتمعات، ولا سيما في المناطق القاحلة في الغرب الأمريكي، كانت المنافسة على موارد المياه الشحيحة حادة حتى قبل انتشار عملية التكسير

الهيدرولي المتعطشة للمياه[232]. في أنحاء من ولاية تكساس، تُحفر آبار التكسير الهيدرولي في المجتمعات حيث[233] يحدُّ نقص مخزون المياه الآن من استخدامها للشرب والزراعة.

تلوث عملية التكسير في بعض الأحيان أيضا عن غير قصد مستودعات المياه الجوفية الثمينة. على الرغم من أن الصخور الحاملة للغاز تكون في العادة في أماكن أعمق بكثير من مستودعات المياه الجوفية التي توفر مياه الشرب، فإن تسرب السوائل الجوفية نحو الأعلى ليس مفهوما بشكل جيد ومن الصعب التنبؤ أو التحكم فيه. يجري العثور على كثير من الرواسب في الأماكن التي تجري فيها عمليات التكسير الهيدرولي في حقول النفط والغاز الممتلئة بالآبار القديمة المهجورة التي حُفرت قبل عقود من الزمن في البحث عن احتياطات يمكن إنتاجها عبر الوسائل التقليدية. يمكن الاستفادة من هذه الآبار القديمة كمداخن للتسرب الصاعد لكل من غاز الميثان وسوائل الحفر[234].

تكهّن البعض بأن حفر الآبار المهجورة والمعالم الأخرى غير المفهومة جيدا لطبقات الأرض العميقة قد يكون المسؤول عن حقيقة بأن الكثير من آبار المياه الموجودة التي تقع على مسافة بعيدة فوق منطقة الحفر الأفقي الجاري قد أصبحت الآن سامّة بسبب سوائل التكسير الهيدرولي. وقد اكتشفت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة أن السوائل المستخدمة للتنقيب عن الغاز في وايومنغ هي السبب المرجح للتلوث الذي حدث في مستودعات المياه الجوفية فوق المنطقة التي جرت فيها عملية التكسير الهيدرولي[235]. وكانت هناك تقارير عن تلوث مماثل بسبب التكسير الهيدرولي في مناطق أخرى، بيد أن تحقيقات وكالة حماية البيئة تعثرت بسبب قانون استثنائي أُقر في العام 2005 بناء على طلب من نائب الرئيس ديك تشيني[236]، يُمنح بموجبه إعفاء خاص لأنشطة التكسير الهيدرولي من رقابة الحكومة الأمريكية بموجب قانون مياه الشرب الآمنة وقانون المياه النظيفة.

بيد أن الصناعة تشكك في معظم هذه التقارير، وتعتقد أنه مهما يكن من أمر فإن تلوث بعض آبار المياه هو ثمن بخس يُدفع؛ حيث قال أخيرا الرئيس التنفيذي لشركة إكسون موبيل، ريكس تيلرسون، على سبيل المثال، «إن العواقب المترتبة على خطأ ما في بئر[237]، التي قد تكون كبيرة بالنسبة إلى الناس الذين يعيشون مباشرة

حول ذلك البئر، ليســت إلا أمورا بســيطة في ظل المشروع الكبير». بيد أن المقاومة السياسية التي يبديها ملاك الأراضي[238] تشهد تناميا في عديد من المناطق.

بعد أن يُســتخدم ســائل التكســير، يجب التخلص منه باعتبــاره فضلات مياه سامة. وفي كثير من الأحيان، يُعاد ضخه في أعماق الأرض بطريقة تسببت في إحداث هــزات أرضية متعددة صغيرة (عديمة الأضرار عادة)[239]، وفي بعض الحالات، يزعم أنه تسرب إلى داخل مســتودعات المياه الجوفيــة[240]. في الواقع، عمليات التخلص من ســوائل التكسير المســتخدمة هي أحد المصادر الشائعة لحالات التذمر أكثر من عمليات الحقن الأولى[241] التي تبدأ عملية التكســير. وفي أماكن أخرى، يُخزَّن هذا الســائل المستخدم في عملية التكســير في برك مائية مفتوحة في الهواء الطلق تفيض أحيانا بعد هطول أمطار غزيرة. وفي بعض الأوقات تُرش هذه السوائل على الطرقات لمنع الغبار ظاهريا[242].

يــرى أنصار الغاز الصخري أن هناك تدابير للســلامة يمكن أن تخفف كثيرا من هذه المشاكل، على الرغم من أن معظمهم يدعي بشكل مراوغ أن الصناعة ستعتمد هذه التدابــير طوعيا، على الرغم من تكاليفها الباهظة. على النقيض من ذلك، فقد طالبَ بشــكل علني جورج بي. ميتشــل من هيوستن، تكســاس، المخضرم في صناعة النفط والغاز الذي مهد الطريق لعملية التكسير الهيدرولي، بإصدار قوانين حكومية لضبط هذه العملية. وقد نقلت مجلة فوربس عن ميتشــل قوله: «يجب أن تكون لديهــم ضوابط صارمة جدا. وينبغي على وزارة الطاقة القيام بذلك». وأضاف قائلا: «إذا لم يفعلوا ذلك بشــكل صحيح، قد تكون هناك مشاكل .... فمن الصعب ضبط الشركات المستقلة. ولكن إذا ارتكبت أخطاء خطيرة ينبغي معاقبتها»[243].

ولكن حتى إن مَشَــتْ قوانين الســلامة الجديدة وفق ما هو مخطط لها، وحتى إن ضُبط تسرب غاز الميثان بإحكام، فسيبقى احتراق الغاز الطبيعي يُنتج كما هائلا مــن انبعاثات ثاني أكســيد الكربون CO_2. حقيقة أن هــذه الانبعاثات من الناحية النظرية يمكن تخفيضها لتصل إلى المســتوى الــذي يمثل نصف الانبعاثات فقط من الفحم قد جرى اعتمادها من قبل أنصار الغاز الصخري كتطور جديد على الســؤال القديم: هل الكأس نصف ممتلئ أم نصف فارغ؟ فهم يقدمون حقيقة مغرية وهي أن التحوُّل إلى اســتخدام الغاز يعني أننا يمكن أن نخفض الانبعاثات إلى النصف في

القطاعات التي تعتمد حاليا على الفحم. ولكن هنا تكمن المشـكلة: الغلاف الجوي في حد ذاته ممتلئ بالفعل بشكل كامل. ونسب تركيز تلوث الاحترار العالمي وصلت بالفعل إلى معدلات خطيرة.

التفكير بواقعية

ونتيجة لذلك، فإن حل أزمة المناخ يتطلب خفض الانبعاثات ليس بنسبة قليلة، وإنما بنسـبة كبـيرة جدا. ينبغي علينـا البدء بتخفيض صـافي الإضافات من غازات الاحتباس الحراري بنسـبة لا تقل عن 80 إلى 90 في المائة- وليس بنسبة 50 في المائة - لـكي نضمن أن إجمالي التركيزات لا يتجاوز نقطة الذروة المحتملة(244) قبل البدء في الانخفاض. الاسـتمرار في إضافـة كميات إضافية من غـازات الاحتباس الحراري بمعـدل يفـوق بكثير المعدل البطيء لسـحب غاز ثاني أكسـيد الكربون CO_2 من الغـلاف الجـوي من قبل المحيطات والمحيط الحيوي سـوف يدفـع إلى أجلٍ بعيد أي إمكانيـة لتخفيض معدلات التركيز الإجماليـة. الاعتماد على الغاز ليكون «جسر الوصـل» الزمني اللازم للتحوّل إلى مصادر الطاقـة المتجددة يمكن أن يكون مفيدا، ولكن الالتزام الطويل الأجل سيكون، في الواقع، معادلا للاستسلام في الصراع من أجل ضمان أن تبقى الحضارة تنبض بالحياة.

في بعض النواحي، يشـبه هذا التحـدي ما يحدث في اسـتنزاف المياه الجوفية والتربة السـطحية. التجدد الطبيعي لتلك الموارد يحـدث بجدول زمني أبطأ بكثير من معدل استنزافها بفعل الأنشطة البشرية. المعدل الطبيعي لإزالة غاز ثاني أكسيد الكربـون CO_2 من الغـلاف الجوي يحدث ببـطء أكثر بكثير من معـدل إضافتنا للتركيزات الإجمالية. إن الأنشطة البشرية، في جميع الحالات الثلاث، تسبب تغييرات أسرع بكثير من قدرة الطبيعة على التأقلم معها.

المشكلة الأساسـية هي أن القوة والزخم الجديد لشركة الأرض يصطدمان بقوة وبشكل ساحق مع التوازن البيئي للأرض. الاستهلاك الجائر للموارد المحدودة وإنتاج كميات غير محدودة من التلوث، كلاهما لا ينسـجم على حد سـواء مع اسـتمرار عمل النظام البيئي للأرض بطريقة تدعم بقاء الحضارة الإنسـانية. كما ذكرنا سابقا، فإن غاز ثاني أكسـيد الكربون CO_2 الموجود في «الاحتياطيات المؤكدة» من النفط،

والفحم، والغاز المسجلة سابقا في دفاتر حسابات شركات الوقود الكربوني والدول السيادية يفوق بأضعاف الكمية التي يمكن إضافتها بأمان إلى الغلاف الجوي - والاحتياطيات غير التقليدية التي جرت المباشرة الآن باستخلاصها من المرجح أن تكون أكبر بكثير.

لقد أدى ازدهار الغاز الصخري في الولايات المتحدة إلى تسابق محموم للتنقيب عن الغاز الصخري في الصين، وأوروبا[245]، وأفريقيا وأماكن أخرى[246]، مما يُطلِق شبح الالتزام العالمي الطويل الأجل بالغاز على حساب مصادر الطاقة المتجددة على المدى الطويل. بيد أن إنتاج هذا المورد خارج الولايات المتحدة لايزال محدودا جدا حتى الآن. في الصين، حيث يعتقد علماء الجيولوجيا أن المخزون قد يكون أكبر بمرتين ونصف المرة من حجم احتياطيات الغاز الصخري في الولايات المتحدة، تتطلب الجيولوجيا تحت الأرض تقنيات تختلف عن تلك المستخدمة في الولايات المتحدة، ما يجعل من خيار النقل السهل لتقنيات الحفر الأفقي وتقنيات التكسير الهيدروليكي من الولايات المتحدة إلى الصين أمرا معقدا[247]. فضلا على أن الاستخدام المسرف للماء في عملية التكسير الهيدرولي، كما يجري في غرب الولايات المتحدة، قد يفرض قيودا على استخدام هذه العملية - لا سيما في شمال وشمال غرب الصين[248]، حيث يوجد هناك نقص مستشرٍ في المياه.

ومع ذلك، لايزال الزخم في الاقتصاد العالمي يتعاظم نحو الاستغلال الكامل للغاز الصخري وإنتاجه. ولدى بعض المحللين حجة مقنعة مفادها أنه إذا تمت السيطرة بإحكام على «الانبعاثات الشاردة»، فإن استبدال الفحم بالغاز قد يؤدي إلى انخفاض مؤقت ولكنه مهم في المقدار الصافي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. في العام 2012، فيما وصفه معظم المحللين بأنه تطور لافت، انخفضت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الولايات المتحدة إلى أدنى مستوى لها منذ عشرين عاما - ويعود ذلك جزئيا إلى التباطؤ الاقتصادي، واعتدال فصليّ الخريف والشتاء، والاستخدام المتزايد للطاقة المتجددة والزيادات في الكفاءة، ولكن أيضا بسبب تحول المرافق الكهربائية من استخدام الفحم إلى استخدام الغاز الطبيعي[249].

قبل سنوات كنت من بين أولئك الذين ينصحون بزيادة استخدام الغاز الطبيعي التقليدي كجسر وقود للتخلص التدريجي من استخدام الفحم بسرعة أكبر بينما

كانت تكنولوجيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح تُنتج بمعدلات كافية لتخفيض أسعارها بشكل أكبر مما هي عليه. ومع ذلك، فمن الواضح على نحو متزايد أن الأثر الصافي للغاز الصخري في البيئة قد لا ينسجم في نهاية المطاف مع استخدامه كجسر وقود. سيجد المجتمع الدولي برمته صعوبة في توظيف الاستثمارات الضخمة اللازمة للتحول من الفحم إلى الغاز، ومن ثم الالتفاف وتوظيف استثمارات كبيرة بالتساوي لاستبدال الغاز بتكنولوجيات الطاقة المتجددة. وهذا أمر يصعب تصديقه. وبعبارة أخرى، قد يكون جسرا لا يصل إلى أي مكان.

لم تخفض الإمدادات الجديدة من الغاز الصخري من أسعار الطاقة إلى درجة تجعل تكنولوجيات الطاقة المتجددة تواجه مزيدا من المتاعب للتنافس فحسب، ولكن إذا كانت الدراسات التي تبين أنه لا توجد فائدة صافية بما يتعلق بغازات الاحتباس الحراري عند التحول إلى الغاز الصخري صحيحة، فإن هذا قد يؤدي إلى أسوأ الحالات الممكنة: استثمارات ضخمة في الغاز الصخري ستحوّل الأموال عن الاستثمار في الطاقة المتجددة، وتفاقم أزمة المناخ في هذه الأثناء. الفائدة الوحيدة للغاز الصخري هي أنه سيؤدي إلى التخلص التدريجي من الفحم بشكل أسرع، على الأقل في الولايات المتحدة.

يحتوي الفحم على أعلى نسبة من الكربون[250] من أي وقود آخر وتنبعث منه أكبر نسبة من غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 لكل وحدة طاقة ينتجها. وهو يسبب تلوث الهواء المحلي والإقليمي، بما في ذلك انبعاثات أكسيد النيتروز (السبب الرئيس للضباب الدخاني)، وثاني أكسيد الكبريت (السبب المستمر للأمطار الحمضية)، والملوثات السامة مثل الزرنيخ والرصاص. يُخلّف حرق الفحم أيضا كميات كبيرة من الأوحال السامة - وهي ثاني أكبر مجرى للنفايات الصناعية في الولايات المتحدة الأمريكية - التي تُضخ عادة في بحيرات ضخمة كتلك التي اجتاحت جدارا مانعا وغمرت قبل أربع سنوات أجزاء من مدينة هاريمان، في ولاية تينيسي، حيث أقطن[251].

ما هو ذو أهمية خاصة، هو أن حرق الفحم هو المصدر الرئيس للزئبق الذي يتسبب به الإنسان في البيئة[252]، وهو أحد الملوثات ذات السمّية العالية الذي يسبب إصابات عصبية، ويؤثر سلبا في المهارات الإدراكية، والقدرة على التركيز،

والذاكــرة، والمهارات الحركيــة الدقيقة، وغيرها من التأثــيرات. في الولايات المتحدة تحتوي جميع الأســماك والمحار تقريبا على الأقل على قدر ما من ميثيل الزئبق[253] الذي نشــأ في محطات توليد الطاقة التي تحرق الفحم. ولهذا السبب بشكل رئيس يعتبر العديد من الأســماك والمحار خطرا في النظام الغذائي للنساء الحوامل والنساء المقبلات على الحمل، والأمهات المرضعات، والأطفال الصغار. (بما أن تناول الســمك مفيد لنمو الدماغ، تُنصح النســاء الحوامل بتناول الأســماك ذات المحتوى المنخفض من الزئبق وليس تجنب تناول الأسماك بشكل مطلق).

ولكن أســوأ الأضرار من حرق الفحم هو دورها المهيمن في التســبب في ظاهرة الاحترار العالمي. على الرغم من أن المعارضة الشعبية في الولايات المتحدة قد أسهمت في إلغاء مشاريع مقررة لبناء 166 مصنعا جديدا للفحم[254]، لايزال استخدام الفحم ينمو بسرعة في العالم بأسره. وهناك مشــاريع مقررة حاليا في 59 دولة لبناء ما يقدر بنحو 1,200 مصنع جديد للفحم[255]. في إطار الخطط الحالية، من المتوقع أن يزداد الاســتخدام العالمي للفحم بنسبة 65 في المائة في العقدين المقبلين[256]، ليحل محل النفط كأكبر مصدر للطاقة في جميع أنحاء العالم.

يعتبر الفحم رخيصا وذلك بشكل رئيس لأن نظام المحاسبة المعوج بشكل غير معقول الذي نســتخدمه لحساب تكلفته يستثني بصورة اعتباطية أي اعتبار لكل الضرر الناجم عن حرقه. يعمل بعض المهندســين على إجراء تحسينات على عملية معروفــة منذ فترة طويلة لتحويل احتياطيات الفحم في باطن الأرض إلى غاز يمكن استخراجه إلى السطح كوقود. ولكن إذا كان يُراد استكمال هذه التكنولوجيا بشكل متقــن، فإن انبعاثات غاز ثاني أكســيد الكربون CO_2 ستســتمر في تدمير النظام البيئي للأرض[257].

يحتــوي النفط، الذي يعتبر ثاني أكبر مصدر لتلوث الاحترار العالمي، على نســبة تــتراوح مــا بين 70 إلى 75 في المائــة من الكربون في الفحم لــكل وحدة من الطاقة المنتجــة[258]. وعلاوة على ذلك، فإن معظــم المنابع النفطية الجديدة المتوقعة - في شكل الزيت الحجري، والحفر في أعماق المحيطات، ورمال القار (ليس فقط في كندا، ولكن أيضا في فنزويلا وروسيا، وأماكن أخرى غيرها) - هي أكثر تكلفة بكثير للإنتاج ولها آثار أشد قسوة في البيئة[259].

النفـط التقليدي مُثْقلٌ بمشـاكل أخرى ليسـت موجودة لـدى الفحم. معظم النفط القابل للاسـتخلاص بسهولة في العالم يوجد في مناطق مثل الخليج العربي غير المسـتقرة سياسـيا واجتماعيا. فقد اندلعت مسـبقا العديد من الحروب في الشرق الأوسـط لأسـباب تشـمل المنافسـة للوصول إلى منابع النفط. تصميم إيران على مواصلة جهودها في تطوير الأسلحة النووية، والاضطرابات السياسية القائمة في عدة بلدان في المنطقة، والخطر الاستراتيجي الذي يهدد بخسارة الوصول إلى هذه المنابع النفطية، يجعل أسعار النفط متقلبة بشكل كبير.

على الرغم من أن معظم المناقشـات التي تدور حول مسـألة خفض انبعاثات غاز ثاني أكسـيد الكربون CO_2 تتركز على الانبعاثات الصناعية، وانبعاثات المرافق، والمركبـات، من المهم أيضا تخفيض انبعاثات ثاني أكسـيد الكربـون CO_2 وتعزيز احتباسـه في قطاعات الزراعة والغابات التي تشكل معا ثاني أكبر مصدر للانبعاثات. وكما يوضح منحنى كِيلينغ Keeling Curve، فإن كمية ثاني أكسـيد الكربون CO_2 الموجودة في الغطاء النباتي، خصوصا الأشـجار، هائلـة. وهي تعادل ما يقارب ثلاثة أرباع الكمية الموجودة في الغلاف الجوي[260].

تتعرض كبرى الغابات الاسـتوائية، وهي غابة الأمـازون، منذ عقود للاعتداء عـلى يد المطوِّرين، والحطّابين، ومربِّي الماشـية، ومزارعـي الكفاف، وعلى الرغم من أن حكومة الرئيس السـابق لويز إيناسيو لولا دا سيلفا اتخذت تدابير فعّالة لإبطـاء عمليات تدمير غابات الأمازون، فإن خليفته أجرى تغييرات في السياسـة أكفأت[261] بعض التقدم الذي جرى إحرازه سابقا، علما بأن معدل إزالة الغابات تراجع في العام 2012. في العقد الماضي، تعرضت منطقة الأمازون لضربات قاسية في العام 2005 ومرة أخرى في العام 2010 بسـبب موجات الجفاف النادرة التي لا تحدث إلا «مرة واحدة في كل قرن من الزمان» (أو بالأحرى، موجات الجفاف التـي لا تحدث إلا «مرة واحدة في كل قرن من الزمان» قبل التعديلات المناخية التي صنعها الإنسان). دَفَعَ هذا الأمر بعض الباحثين في مجال الغابات إلى تجديد مخاوفهم بشأن توقع نموذج حاسوبي مثير للجدل تنبأ بإمكان «الموت التدريجي» المأساوي لغابات منطقة الأمازون بحلول منتصف هذا القرن[262] إذا ما استمرت درجات الحرارة في الارتفاع.

تأتي كمية متزايدة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2 في العالم من عمليات القطع، والتجفيف، والحرق المتعمد لغابات وأراضي الخث - خصوصا في إندونيسيا وماليزيا- من أجل إقامة مزارع زيت النخيل[263]. وفقا لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، تحتوي أراضي الخث على أكثر من ثلث المجموع العالمي للكربون في التربة[264]. وعلى الرغم من أن كلتا الحكومتين قدمتا وعودا شفوية لبذل الجهود من أجل كبح جماح هذه الممارسة المدمرة، فإن الفساد المستشري قوّض أهدافهم المعلنة. ممارسات الحوكمة الرديئة جدا هي من ضمن الأسباب الرئيسة لإزالة الغابات في كل مكان تحدث فيه تقريبا - ويعود ذلك جزئيا إلى أن 80 في المائة من الغطاء الحرجي العالمي موجود في الغابات المملوكة للقطاع العام[265].

تتعرض الغابات الاستوائية أيضا للاعتداء في وسط وجنوب وسط أفريقيا- لا سيما في السودان وزامبيا، وأرخبيل الجزر الواقعة في جنوب شرق آسيا- بما في ذلك الأرخبيل في بابوا غينيا الجديدة، وإندونيسيا، وبورنيو والفلبين[266]. في العديد من البلدان الاستوائية، يسهم الطلب الزائد على اللحوم في النظام الغذائي في العالم إلى حد كبير في إزالة الغابات من أجل تربية المواشي خصوصا الأنعام[267]. وكما ذكرنا في الفصل 4 من هذا الكتاب، فإن ازدياد كثافة استهلاك اللحوم في الوجبات الغذائية حول العالم له تأثير كبير خصوصا في استخدام الأراضي لأن كل رطل من البروتين الحيواني يتطلب استهلاكا أكثر من سبعة أرطال من البروتين النباتي.

الغابات الشمالية الهائلة في روسيا، وكندا، وألاسكا، والنرويج، والسويد، وفنلندا (وأجزاء من الصين، وكوريا، واليابان) هي أيضا في خطر كبير. أظهرت التقديرات الجديدة الأخيرة لكمية الكربون المخزّنة في هذه الغابات - ليس فقط في الأشجار، ولكن أيضا في التربة العميقة، التي تحتوي على عديد من أراضي الخث الغنية بالكربون - بأن ما يصل إلى 22 في المائة من مجمل الكربون المخزّن[268] على سطح الأرض وفي باطنها موجود في هذه الغابات الشمالية.

في الغابة الشمالية في روسيا - التي تعتبر بكل المقاييس أكبر امتداد متواصل للأشجار على كوكب الأرض- تختفي الأشجار الصنوبرية التي كانت سائدة ويجري استبدالها بأشجار الشوح Fir وأشجار التنّوب الصنوبرية spruce. عندما تتساقط إبر شجرة الأرز في فصل الشتاء، على عكس تلك التي في أشجار الشوح والتنوب،

ينعكس ضوء الشـمس الذي يمـر عبر الأغصان الجرداء بواسـطة الغطـاء الثلجي مرتـدا إلى الفضـاء، مما يبقي الأرض متجمدة. على النقيـض من ذلك، عندما تبقى الإبر الصنوبرية على الأشـجار وتمتص الطاقة الحرارية من أشـعة الشـمس، تزداد درجات الحرارة على مسـتوى سـطح الأرض، وبالتالي يتسارع ذوبان الثلوج وذوبان سـهل التندرا في المنطقة القطبية الشـمالية. وبالتالي يتعطل التكافل المعقد القائم بـين الصنوبر والتندرا[269]، ما يتسـبب في اختفائهما معـا. تتعرض ملايين العلاقات التكافلية المماثلة القائمة في الطبيعة للتعطل أيضا.

على الرغم من أن بعض المقاطعات الكندية لديها سياسات رائعة تتطلب الحراجة المستدامة والحد من الأضرار الناجمة عن عمليات قطع الأشجار، فإن روسيا لا تمتلك مثل هذه السياسـات. وفي كل من روسيا وأمريكا الشـمالية، يجري تدمير الغابات بفعل تأثير الاحترار العالمي في موجات الجفاف، والحرائق، والحشرات. لقد وسَّـعت الخنافس نطاق انتشـارها مع ارتفاع متوسـط درجات الحرارة، وتضاعفت أعدادها بسرعـة مع تضاؤل فـترات الطقس البارد التي كانت توقف تمددها وانتشـارها. في العديد من المناطق تتكاثر هذه الخنافس الآن بمعدل ثلاثة أجيال في كل صيف بدلا مـن جيل واحد[270]. في العقد الماضي، تعرَّض أكـثر من 27 مليون فدان (110,000 كيلومترات مربعـة) من الغابات في غرب الولايات المتحـدة وكندا إلى خراب هائل بفعل «الاجتياح غير المسبوق لخنفساء الصنوبر الجبلية»[271] على حد وصف خبراء التنوع البيولوجي في الأمم المتحدة.

في المناطق الجبلية، يحرم الذوبان المبكر للكتل الجليدية الأشـجار من إمدادات الميـاه اللازمة خلال أشـهر الصيـف الحارة، الأمـر الذي يزيد من إمـكان تعرضها للجفاف. ذكَر أحد الخبراء الذين يدرسـون هـذه القضايا، وهو روبرت ل. كرابتري، لصحيفة نيويورك تايمز أخيرا «لقد بدأ الكثير من علماء البيئة من أمثالي في الاعتقاد بأن كل هذه العوامل، مثل الحشرات والحرائق، ليسـت سـوى أسباب جانبية، وأن المذنب الحقيقي هو شح المياه الناجم عن تغير المناخ»[272].

تُضعف حالات الجفاف الأشـجار وتجعلها أكثر عرضة للخنافس. والعدد المتزايد لحرائق الغابات، وفق ما أثبت العلماء منذ زمن طويل، آخذٌ في الارتفاع في تناسـب طـردي مـع ارتفاع درجـات الحرارة[273]. ليـس هناك أي شـك في أن التغيرات في

ممارســات إدارة الغابات قد أســهمت على مدى العقود القليلــة الماضية في خطر، وتكراريــة، وحجم العديد من حرائق الغابات. ولكــن الآثار التي لا تعد ولا تحصى لظاهرة الاحترار العالمي على الحرائق يتجاوز بكثير أثر الممارسات الإدارية.

وفقا للخبراء، فإن حجم الخســائر في المناطــق التي تتعرض لإزالة الغابات لم يســبق له مثيل على الإطلاق، ونتيجة لذلك، تُطلــق كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الغلاف الجوي. ومثل سهل التندرا في القطب الشمالي، تحتــوي الغابات الكبرى في العالم على كميات كبيرة من ثاني أكســيد الكربون CO_2، في الأشــجار والنباتات نفســها[274]، وفي التربة التــي تحتها، وفي قمامة الغابات التي تغطي تربتها. ولربما أصبحت بالفعل الغابات الشمالية الكبرى في كندا وألاسكا المساهم الجليّ في مستويات ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الغلاف الجوي، وليس «البالوعة» الصافية، التي تسحب ثاني أكسيد الكربون CO_2 في أثناء نمو الأشجار[275].

إذا كانــت العناصر الغذائيــة الملائمة متوافرة، فإن ثاني أكســيد الكربون CO_2 الزائــد في الغــلاف الجوي لديــه القدرة على تحفيــز نمو مزيد من الأشــجار، علما بــأن معظم الخبراء يشــيرون إلى أن عوامل مُقيِّدة أخرى مثل توافــر المياه وزيادة التهديــدات من الحــشرات والحرائق تهيمن على هــذه الإمكانية. ومع ذلك، وعلى الرغم من هذه الخسائر المدمرة في أراضي الغابات، فقد تباطأت الخسارة الصافية في السنوات الأخيرة، ويرجع ذلك بشكل رئيس إلى زرع غابات جديدة، وإلى إعادة النمو الطبيعي للأشــجار في الأراضي الزراعية المهجــورة. ووفقا للأمم المتحدة، فإن معظم إعــادة النمو حدث في المناطــق المعتدلة، بما في ذلك المناطق الحرجية الواقعة شرق أمريكا الشــمالية، وأوروبا، والقوقاز، وآسيا الوسطى[276]. ووفقا لإحدى الدراسات، فــإن النجاح في خفــض معدل إزالة الغابات إلى النصف بحلول العام 2030 ســوف يوفر ما قدره 3.7 تريليون دولار من التكاليف البيئية[277].

قــادت الصين العالم في مجال زراعة الأشــجار الجديــدة؛ وفي الواقع، على مدى الســنوات القليلة الماضية، زرعت الصين 40 في المائة من مجمل عدد الأشــجار التي جرت زراعتها في بقية أنحاء العالم[278]. منذ العام 1981، وجميع المواطنين في الصين الذين تزيد أعمارهم عن الحادية عشرة (والذين دون الستين من عمرهم) مطالبين

رســميا بزراعة ثلاث أشــجار على الأقل ســنويا[279]. إلى هذا التاريخ، زرعت الصين نحو 100 مليون فدان من الأشــجار الجديدة[280]. بعد الصين، تشــمل الدول التي لديها أكبر مكاســب صافية في الأشــجار كلا من الولايات المتحــدة، والهند، وفيتنام، وإســبانيا[281]. وللأســف، فإن العديد من هذه الغابات الجديدة تضم نوعا واحدا فقــط من الأشــجار، ما ينجم عنه انخفاض حــاد في التنوع البيولوجــي للحيوانات والنباتــات التي تدعمها الغابة الأحادية الزراعة، مقارنة بالتنوع الغني الذي تدعمه الغابة الأساسية الصحية المتعددة الأصناف[282].

بســبب كل العنايــة المطلوبة التي تُــولى لعملية احتباس الكربون في الأشــجار والنباتــات، فإن كمية الكربون المحتبســة في الأقدام القليلــة الأولى من التربة[283] (بشــكل أســاسي على 10.57 في المائة من مساحة اليابســة على سطح الأرض التي تغطيهــا الأراضي الصالحــة للزراعة)[284] تصــل تقريبا إلى ضعــف كمية الكربون الموجــودة في الغطــاء النباتي والغلاف الجوي معا. وبالفعــل، وقبل الثورة الصناعية بكثــير أدى تبني الفحم والنفط كمصدرين أساســيين للطاقة في العالم، وإطلاق ثاني أكســيد الكربون CO_2 من فلح الأرض وتراجع خصوبة التربة بشكل كبير إلى زيادة معدلات ثاني أكســيد الكربون CO_2 في الجو. ووفق بعض التقديرات، فإن ما يقرب مــن 60 في المائة من الكربون الموجود عادة في التربة، والأشــجار، والنباتات الأخرى تنبعــث في الغــلاف الجوي عن طريق إزالة الأشــجار مــن الأراضي لأغراض الزراعة والتوسع المدني منذ القرن الثامن عشر 1800.

تواصل الأساليب الزراعية والصناعية الحديثة - التي تعتمد على الفلاحة والزراعة أحادية النوع، والاســتخدام المكثف للأسمدة النيتروجينية الاصطناعية - إطلاق ثاني أكســيد الكربون CO_2 في الغلاف الجــوي عن طريق اســتنزاف الكربون العضوي الموجود في التربة السليمة. تسهل فلاحة الأرض من عملية حت الرياح والمياه للتربة الســطحية؛ والاعتــماد على الزراعات أحاديــة النوع، عوضا عــن الزراعة المختلطة وتدوير المحاصيل، يمنع الاســتعادة الطبيعية لســلامة التربة؛ واســتخدام الأســمدة النيتروجينية الاصطناعية له تأثير لا يختلف عن تأثير منشــطات الســتيرويد: فهي تعزز نمو النباتات على حســاب ســلامة التربة وتتداخل مع الاحتباس الطبيعي[285] للكربون العضوي في التربة.

يــؤدي تحويل الأراضي الزراعية إلى مزارع الوقود الحيوي أيضا إلى زيادة صافية في ثاني أكســيد الكربون CO_2، فيما تشجع على تدمير مزيد من أراضي الغابات، إما بشــكل مباشر، كما في حالة غابات الخث - أو بشــكل غــير مباشر، عن طريق دفع مزارعــي الكفــاف إلى إزالة المزيد مــن الغابات[286] لتحل محــل الأرض التي كانوا يستخدمونها للزراعة. وكما اعترفت في السابق علنا، فقد ارتكبت خطأً في دعم برامج الجيل الأول من الإيثانول عندما كنت في منصبي في الحكومة الأمريكية، لأنني كنت أعتقــد حينها أن التخفيضات الصافية لثاني أكســيد الكربون CO_2 ســتكون مهمة عندمــا يحل الوقود الحيوي محــل المنتجات النفطية. لقد أثبتت الحســابات التي أُجريت منذ ذلك الحين أن هذا الافتراض كان خاطئا[287]. وأيضا لم نتوقع مسبقا - أنا وآخــرون غيري - هذا النمو السريع للوقود الحيوي والحجم الهائل الذي وصل إليه الآن وفي جميع أنحاء العالم.

انقراض الأنواع

تدمير الغابات- ولا ســيما الغابات الاســتوائية الغنية في التنوع البيولوجي- هو أيضــا أحد العوامل الرئيســة، إلى جانب الاحترار العالمي، التي تقــود إلى ما يعتبره معظــم علماء الأحياء أســوأ عواقب الأزمة البيئية العالميــة: موجة انقراض مفاجئة لديها القدرة على التســبب في خســارة 20 إلى 50 في المائة من جميع الأنواع الحية على الأرض في هذا القرن[288].

يجري بالفعل حبس الكثير من الحرارة عن طريق تلوث الاحترار الحراري بحيث إن متوســط درجات الحرارة العالمي يتزايد بسرعة أكبر بكثير من وتيرة تأقلم عديد من الحيوانات والنباتات معها. ولعل البرمائيات تبدو في الظاهر الأكثر عرضة للخطر خلال هذه المرحلة المبكرة، مع أنواع متعددة من الضفادع، والعلاجم، والسَّــمنْدر، وغيرها تنقرض بمعــدل سريع في جميع أنحاء العالم. ما يقرب من ثلث جميع أنواع البرمائيــات[289] معرَّضة بشــكل كبير لخطــر الانقراض و50 في المائــة منها تتراجع أعدادها. وقــد وجد الخبراء أنه بالإضافة إلى تغير المنــاخ وفقدان الموائل، تعرَّضت العديد من البرمائيات للإصابة بمرض فطري متفشٍ[290]، يمكن أن يكون مرتبطا أيضا

بظاهرة الاحترار العالمي. كائنات الشعاب المرجانية، كما ذكرنا في وقت سابق، تواجه أيضا خطر الانقراض المتزايد بسرعة.

وفقا للخبراء، فإن العوامل الأخرى التي تقود حالة الانقراض العالمية تشمل، بالإضافة إلى الاحترار العالمي وإزالة الغابات، تدمير المواطن الرئيسة الأخرى مثل الأهوار والشعاب المرجانية، والتلوث السام الذي يسببه الإنسان، والأنواع الغَازِية، واستغلال الإنسان الجائر لبعض الأنواع. عديد من الأنواع البرية في أفريقيا مهدد بشكل خاص بالصيد الجائر وانتهاك الأنشطة البشرية[291] لمناطق وجودها، خاصة تحويل المناطق البرية إلى مناطق للزراعة.

كانت هناك خمس حالات انقراض في الـ 450 مليون سنة الماضية. على الرغم من أن بعضها لايزال غامضا حتى الآن، فإن آخرها، قبل 65 مليون سنة (عندما انتهى عصر الديناصورات) كان بسبب تحطم نيزك ضخم على الأرض[292] بالقرب من جزيرة يوكاتان. وعلى خلاف حالات الانقراض الخمس السابقة، والتي حدثت جميعها بفعل عوامل طبيعية، فإن حالات الانقراض اليوم «مدفوعة بالكامل بفعل الإنسان»، على حد تعبير عالم الأحياء البارز إي. أو. ويلسون[293].

هناك العديد من أنواع النباتات والحيوانات التي تضطر إلى الهجرة إلى مناطق مرتفعة، شمالا في نصف الكرة الشمالي وجنوبا في نصف الكرة الجنوبي (وجدت إحدى الدراسات المعمَّقة أن النباتات والحيوانات تتحرك بمعدل 3.8 ميل في كل عقد نحو القطبين)[294]، وإلى مرتفعات عالية (على الأقل في الأماكن التي توجد فيها مناطق مرتفعة يمكن الهجرة إليها). وجدت إحدى الدراسات المشمولة في استبيانات القرن الخاصة بالحيوان في حديقة يوسيمايت الوطنية أن نصف الأنواع الجبلية قد انتقلت، بمتوسط ارتفاع[295] يصل إلى أكثر من 500 متر.

بعض هذه الأنواع عندما يصل إلى القطبين وقمم الجبال ولا يمكنه الذهاب إلى أبعد من ذلك[296]، يجري دفعه خارج الكوكب ونحو الانقراض. وتنقاد الأنواع الأخرى أيضا نحو الانقراض لأنها لا تستطيع الانتقال إلى مواطن جديدة بالسرعة التي يتغير بها المناخ. وجدت دراسة حديثة أجرتها جامعة دوك للمؤسسة الوطنية للعلوم أن أكثر من نصف أنواع الأشجار في شرق الولايات المتحدة معرضة للخطر لأنها لا تستطيع التكيف مع تغير المناخ بالسرعة الكافية[297].

ويــرى العلماء أن ما يقرب مــن 25 في المائة من جميع أنــواع النباتات تواجه خطــر الانقراض على نحو متزايد[298]. ويخشى علماء الزراعة - بشــكل خاص - من انقراض الأصناف البرية لنباتات المحاصيل الغذائية. هناك اثنا عشر مركزا مما يطلق عليها اســم المراكز الفافيلوفية Vavilovian للتنوع، نسبة إلى العالم الروسي العظيم نيقولاي فافيلوف، الذي لقي زملاؤه مصرعهم بسبب المجاعة إبان حصار لينينغراد، وهــم يأمنون الحماية للبذور التي جمعها من جميع أنحاء العالم. وقد ترك أحدهم رسالة مع مجموعة ضخمة من البذور التي لم تُمَس، قائلا: «عندما يكون العالم بأسره في لهيب الحرب، سوف نحتفظ بهذه المجموعة لمستقبل الشعب». فافيلوف نفسه لقي حتفه في الســجن بعد انتقاده لتروفيم ليســينكو(*) الــذي أدى إلى اضطهاده، واعتقاله، وإدانته، ومن ثم الحكم عليه بالإعدام.

تُعــدُّ البيوت القديمــة للمحاصيل الغذائية مصادر وفــيرة للتنوع الجيني الذي يشكل كنزا من الكنوز الدفينة لعلماء الوراثة الذين يبحثون عن السمات التي يمكن أن تســاعد في توفير أسباب البقاء للمحاصيل الغذائية، وتكيُّفها مع الآفات الجديدة والظــروف البيئية المتغيرة. بيد أن العديد من هــذه المحاصيل قد تعرض للانقراض فعلا وغيرها مهــددٌ بالانقراض بفعل مجموعة من العوامل المختلفة، التي تشــمل التنميــة، والزراعة أحادية النوع، وزراعة المحاصيل بصفوف أفقية، والحرب، وغيرها من المخاطر.

وتذكر اتفاقية الأمم المتحدة بشأن التنوع البيولوجي[299]، ضمن مجموعة أخرى من الأمثلة، أن عدد أصناف الأرز المزروعة محليا في الصين قد تراجــع مــن 46 ألفا في خمسينيات القرن العشرين إلى ألف صنف قبل بضع سنوات. بنوك البذور كتلك التي أسســها فافيلوف للمرة الأولى تصنِّف الآن وتخزِّن العديد من أصناف البذور. وقد تبوأت النرويج مركز الصدارة في إنشاء أقبية تخزين محفورة في جوف الصخور الصلبة في ســفالبارد، الواقعة في شــمال الدائرة القطبية الشــمالية، كإجراء احترازي لمستقبل البشرية[300].

(*) تروفيم ليسينكو (1898 - 1976)، هو عالم بيولوجي ومهندس زراعي روسي من أصول أوكرانية، وقد كان مقربا من ستالين. [المحررة].

فقدان الأنواع الحية التي نتشارك معها في الأرض، والتدمير الواسع النطاق للمناظر الطبيعية والموائل التي تسـميها مئات الأجيـال «بالوطن» ينبغي - جنبا إلى جنب، مع عواقب شـتى أخرى من أزمة المناخ - أن يقودانا جميعا إلى التنبه إلى الالتزام الأخلاقي الذي نحمله تجاه أطفالنا وأحفادنا. العديد من أولئك الذين أدركوا فداحة هذه الأزمة لم يجروا تغييرات في حياتهم فقط، بل بدأوا أيضا في مطالبة حكوماتهم بإجراء تغييرات سياسية كبيرة تعتبر أساسية لضمان مستقبل الإنسان.

مسار التقدم إلى الأمام

بصفة عامة، هناك أربع مجموعات من خيارات السياسة العامة التي يمكن استخدامها لتسـيير الحلول لأزمة المناخ. أولاها وأكثرها أهمية، أنه يجب علينا اسـتخدام السياسـة الضريبية للحد من انبعاثات ثاني أكسـيد الكربون CO_2، وتحفيـز الاعتماد الأسرع للتكنولوجيات البديلة. يعتبر معظم الخبراء أن ارتفاع ضريبة ثاني أكسـيد الكربون CO_2 بشـكل كبير ومسـتمر هو الطريقة الأكثر فعالية لاسـتخدام قوى السـوق في إحداث تحوّل واسـع النطاق نحو اقتصاد منخفض الكربون.

يدرك الاقتصاديون، منذ زمن بعيد، أن الضرائب لها فوائد أكثر من مجرد زيادة الإيـرادات للحكومات التي تفرضها؛ كما أنها - إلى حد ما على الأقل - تثبط وتقلل من الأنشطة الاقتصادية التي تخضع للضريبة. باستخدام الضرائب لضبط المستوى العام للتكلفة المنسـوبة إلى إنتاج ثاني أكسـيد الكربـون CO_2 وغازات الاحتباس الحراري الأخرى، تستطيع الحكومات إرسال إشارة قوية إلى السوق تطلق، في أفضل الأحوال، العنان لإبداع رجال الأعمال وكبار المديرين التنفيذيين في البحث عن أكثر الطرق ذات الجدوى الاقتصادية من حيث التكلفة للحد من تلوث الاحترار العالمي. وهذا هو السـبب الذي دعاني إلى اسـتخدام ضرائب ثاني أكسـيد الكربون CO_2 على مدى خمسـة وثلاثين عاما باعتبارها أكثر السياسـات المُرجَّح نجاحها. وتطبيق هذه الضريبة بطريقة تصاعدية مع مرور الوقت سوف يعطي إشارة طويلة الأجل للصناعـة وعامة الناس الذين يحتاجون إلى وضع خطط لإجراء تغييرات فعالة على مدى العقود المقبلة.

الضرائـــب، بطبيعة الحال، في كل الأماكن وعلى الدوام، لا تحظى بشـــعبية عند أولئك الذين يدفعونها. وبالتالي، يتطلب سَنْ هذه السياسة قيادة قوية وحازمة، وفي الحدود الممكنة، تمثيلا من كلا الحزبين. وتقديرا لتلك الوقائع السياســـية البســـيطة ولكن المهمة للحياة، كنت دائما أوصي بأن ترافق الضرائب المفروضة على ثاني أكسيد الكربون CO_2 تخفيضات في الضرائب الأخرى بنسبة متكافئة.

مع الأســـف، معظم الناس على استعداد أكبر الآن لتصديق أن الحكومة ستقوم بالفعل بفرض ضرائب جديدة، ولكنهم أقل اســـتعدادا لتصديق أنها ســـترجع إليهم عوائـــد بصيغة أخرى. الحملة التي يقوم بها حلـــف المحافظين المعارض للإصلاحات في الولايـــات المتحدة منذ أربعين عاما تحت قيادة مصالح الشركات والنُّخب في عالم الأعـــمال كانت ولاتزال فعّالة في تشـــويه صـــورة الحكومة عـــلى كل الصُّعد، واتباع إســـتراتيجية «تجويع الوحـــش» التي تُركِّز على المعارضة الشـــديدة لأي ضريبة من أي نـــوع كان، إلا إذا كانت هذه الضريبة تقع عـــلى عاتق العاملين بالأجر من ذوي الدخل المحدود.

لقد ربطت أشـــكال أخرى من هذا الاقتراح ضريبة ثاني أكســـيد الكربون CO_2 مع خطة للحَسْـــم الضريبي، وذلك بإرســـال شِـــيك إلى كل دافعي الضرائب. في ظل هذا النهج، الذي يوصف أحيانا باســـم نهج «الرســـوم والأرباح» أو «حَسْم الرسوم»، فإن أولئك الذين كانوا أكثر نجاحا في تخفيض انبعاثات ثاني أكســـيد الكربون CO_2 سيحققون بالفعل مكاسب مالية، أو يمكنهم استخدامها لدفع تكاليف تكنولوجيات أكثر كفاءة أو تكنولوجيات الطاقة المتجددة. وهناك أيضا شـــكل آخر، جرى تقديمه في الكونغـــرس الأمـــيركي في العام 2012، ولكن لم يجـــر التصويت عليه على الإطلاق، يُعـــاد بموجبه ثلثـــا الإيرادات التي تُجنى من ضريبة الكربـــون إلى دافعي الضرائب، ولكـــن يُخصص ثلث هذه الإيرادات[301] لتخفيض العجز في الميزانية. ومع الأســـف، فإن المعارضة الراســـخة ضد فرض أي نوع مـــن الضرائب الجديدة - حتى إن كانت حيادية العوائد - زادت بالتالي من صعوبة جمع التأييد للإستراتيجية الوحيدة الأكثر فاعلية في حل أزمة المناخ، وهي ضريبة ثاني أكسيد الكربون CO_2.

هناك مجموعة ثانية من الخيارات السياسية تشمل استخدام الإعانات. في بادئ الأمـــر يجب علينا - على الفور - إلغاء الإعانات القائمة التي تشـــجع على اســـتهلاك

الوقــود الأحفوري. في الولايات المتحدة، على ســبيل المثــال، يذهب ما يقرب من 4 مليارات دولار ســنويا - من المبالغ المخصصة أساســا كإعانات خاصة للضريبة - إلى شركات الوقــود الكربوني[302]. في الهند، كمثــال آخر، هناك دعم حكومي كبير لأكثر سائل وقود متلوث وهو الكيروسين[303].

وعوضــا عن ذلك، يتعــين على الحكومات توفير إعانــات دعم قوية لتطوير تكنولوجيــات الطاقــة المتجددة، عــلى الأقل إلى أن تصــل إلى حجم إنتاج من شــأنه إحداث تخفيضات كافية في التكاليــف؛ لتمكينها من أن تكون قادرة على المنافســة مع الوقود الأحفوري غير المدعوم. وهذه السياسة ستكون أكثر فعالية إذا مــا ترافقت مع ضريبة ثاني أكســيد الكربون CO_2، التي ستشــمل بشــكل مناســب ضمن أســعار الوقود الأحفوري بعض التكاليف الباهظة التي تفرضها على المجتمع.

لقد نجحت الإعانات الحكوميــة المحدودة، حتى الآن، في تعزيز التبني الأسرع لتكنولوجيــات الطاقــة المتجــددة. في الواقع، لقد أســهمت تخفيضــات التكاليف المرتبطة بزيادة حجم الإنتاج في تقريب أسعار بعض تكنولوجيات الطاقة المتجددة إلى مستوى يجعلها قادرة على المنافسة مع الفحم والنفط. وليس أمام تكنولوجيات الطاقة الشمســية وطاقة الرياح سوى بضع ســنوات فقط للوصول إلى عتبة السعر هذه[304]. بيــد أن الشركات الكبيرة الملوثة بالكربــون وحلفاءها يعملون جاهدين لرفــع الدعم عن الطاقة المتجددة قبل أن تصبح هذه التكنولوجيات النظيفة قادرة على المنافسة مع الطاقة المتلوثة - وهو أمر فيه مفارقة، إذا ما أخذنا بعين الاعتبار أن الإعانات العالميــة المخصصة لحرق الوقود الأحفوري، الموصوفة أعلاه، تتجاوز بكثير الإعانات المخصصة لمصادر الطاقة المتجددة، علما أن الأخيرة غالبا ما تُحسَب وتُعلَن بشــكل مغلوط من قبل المعارضــين الذين يجمعونها مع الإعانــات المقدمة لدعم مشــاريع الطاقة النووية، أي ما يســمى تكنولوجيات الفحــم النظيف، والخيارات الأخرى للطاقة غير المتجددة.

خيار السياســة الثالث هــو تخصيص إعانة غير مبــاشرة للطاقة المتجددة على شــكل تفويض رسمي يتطلب من المرافق تحقيق نســبة معينة من إنتاج الكهرباء عــن طريق مصادر الطاقة المتجــددة. وقد نجحت هذه الآليــة بالفعل في العديد

مــن الــدول والأقاليم، على الرغم من أن كثيرين في قطــاع المرافق العامة يعارضون مثل هــذه التدابير[305]. نجح كثير مــن الولايات الأمريكية - والأبــرز ضمنها ولاية كاليفورنيا[306] - في تنفيذ هذا النهج، وهو أحد العوامل الرئيســة في زيادة منشــآت الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة. ولعل ألمانيا هي الدولة الأوروبية الأكثر نجاحا في العالم في اســتخدام خيار السياســة هذا لتحفيز التبنــي السريع لكل من تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

وعلى الصعيد العالمي، أسهم الجمع بين إعانات الدعم الحكومي للتطوير الأسرع لتكنولوجيــات الطاقــة المتجددة والمتطلبات التي تســتخدمها بعض المرافق لإنتاج نســبة أكبر من الكهرباء التــي تولدها في مظاهر التقدم الهائــل الذي فاق معظم التوقعــات. في العــام 2002 توقعت إحــدى الشركات الرائدة في مجال استشــارات الطاقة أن نســبة واحد غيغاواط من الكهرباء الشمسية سوف تُنتج في جميع أنحاء العالم بحلول العام 2010؛ ولكن هذا الهدف جرى تجاوزه بســبعة عشر ضعفا. وقد توقع البنك الدولي في العام 1996 أن الصين ســوف تركب 500 ميغاوات من الطاقة الشمســية بحلول العام 2020[307]. ولكن الصــين ركّبت ضعف تلك الكمية بحلول العام 2010[308].

اتضح أيضا أن التوقعات الســابقة لزيادة طاقة الرياح تتســم بالتشاؤم العلني. توقعــت وزارة الطاقة الأميركيــة في العام 1999 أن تصل طاقــة الرياح في الولايات المتحدة إلى عشرة غيغاواط بحلول العام 2010. وعوضا عن ذلك تحقق هذا الهدف في العــام 2006، فيما جــرى تجاوزه الآن بأربعة أضعــاف. في العام 2000، توقعت وكالة معلومات الطاقة الأمريكية أن تصل طاقة الرياح في جميع أنحاء العالم إلى 30 غيغاواط بحلول العام 2010. بدلا من ذلك، جرى تجاوز هذا الهدف بمعدل ســبعة أضعاف. وتوقعت الوكالة نفسها أن تركب الصين 2 غيغاواط من طاقة الرياح بحلول العــام 2010؛ وهذا الهدف جرى تجاوزه بنســبة 22 ضعفــا[309]، ويتوقع أن يجري تجاوزه بنسبة 75 ضعفا بحلول العام 2020.

وكما أشار ديف روبرتس الذي يعمل في المجلة البيئية «غريست» Grist، شَهِد العالم ســابقا تنبؤات لاعتــماد التكنولوجيا الجديدة «لم تكن خطــأ فقط، بل خطأ تمامــا»[310]. توقعات الصناعة والمســتثمرين في بداية ثــورة الهاتف المحمول، على

سبيل المثال، قلّلت بشـكل كبير من مدى سرعة انتشار هذه التكنولوجيا الجديدة. بعـد الحظـر النفطي الذي فرضتـه منظمة الأوبـك العربية في سـبعينيات القرن العشرين، كانت التوقعات لاعتماد تدابير ذات كفاءة بالنسبة إلى الطاقة أيضا بعيدة المنال. ما هو مشـترك بين هذين المثالين السـابقين بالنسبة إلى تكنولوجيات الطاقة المتجـددة هو أن جميع هـذه التقنيات الثلاث هي تقنيـات «متباعدة على نطاق واسـع» شـهدت نموا هائلا غير متوقع بسـبب وجود دورة قوية، ساهمت خلالها زيادة حجم الإنتاج في تخفيض أسـعار التكلفة بشـكل حاد، الأمر الذي أدى بدوره إلى زيادة سرعة النمو أكثر.

السـابقة الأكثر ذكرا لهذه الظاهرة هي صناعة رقائق الكمبيوتر. فكما أشرنا سـابقا، فإن قانون مور الذي تنبأ بدقة بانخفاض مستمر في أسعار تكلفة رقائق الكمبيوتر بنسـبة 50 في المائة كل 18 إلى 24 شـهرا، ليس قانونا للطبيعة، وإنما هـو بدلا من ذلك قانون للاسـتثمار. في الأيام الأولى لثورة الكمبيوتر قبل سـتين عامـا، توصلت الشركات المصنِّعة للرقائق إلى نتيجتين: الأولى مفادها أن السـوق المحتملـة لرقائق الكمبيوتر هائلة وتشـهد نموا سريعا، وتـكاد تكون بلا حدود. أما النتيجة الثانية فمفادها أن مسـار تطور التكنولوجيا مُعرَّض للتأثر - بشـكل كبير - بالابتكار.

إدراك هاتين النتيجتين دفع شركات تصنيع الرقائق الرائدة إلى تخصيص مبالغ طائلة للبحث والتطوير من أجل حماية حصتها المسـتقبلية المحتملة في السوق أمام الشركات المنافسـة. مع مرور الوقت، نشـأ إجـماع في الآراء بأنهم ماداموا قادرين على الاسـتمرار في تخفيض تكاليفهم على المسار الموصوف بقانون مور، فمـن المرجح أن يتمكنوا من الاحتفاظ بحصتهم أو زيادتها في السـوق. وبعبارة أخـرى، تحوّل قانون مور من وصـف للماضي إلى نبوءة عن المسـتقبل تتحقق تلقائيا. السياسات المصمَّمة لابتداع التوقع المنطقي لأسواق تكنولوجيات الطاقة المتجددة المتنامية باطراد يمكن أن تزيد من شدة انحدار منحنى مماثل ومستمر لتخفيض تكلفة الطاقة المتجددة.

خيار السياسة الرابع معروف على نطاق واسع باسم سقف الانبعاثات والمقايضة cap and trade. وهذا الاقتراح مصمم أيضا لتعبئة قوى السـوق كحليف لتحقيق

تخفيضات في انبعاثات ثاني أكسـيد الكربون CO_2. برغم التهجم الشرس بلا هوادة على هذه الآلية، لاتزال سياسة سقف الانبعاثات والمقايضة محبذة لدى العديد من خبراء السياسة، باعتبارها أفضل نهج لتأمين التوصل إلى اتفاق عالمي. على الرغم من أنني أفضِّل بقوة فرض ضريبة على ثاني أكسـيد الكربون CO_2، فإن إحدى مساوئها أنه من الصعب تخيُّل تنسـيق السياسـات الضريبية الوطنية في العديد من البلدان حـول العالم التي تمتلك نُظُم ضريبية مختلفة إلى حد كبير، إضافة إلى معايير امتثال مختلفة. على النقيض من ذلك فإن نظام سقف الانبعاثات والمقايضة سيكون أسهل ضمنيا للتنسيق بين البلدان في جميع أنحاء العالم التي تتمتع بنُظم ضريبية متفاوتة إلى حد كبير.

يعتمد نظام سـقف انبعاثات الكربون والمقايضة على سياسـة ناجحة جدا ابتكرهـا الرئيس السـابق جـورج بوش الأب؛ للحـد من انبعاثات ثاني أكسـيد الكبريت (CO_2) من أجل تخفيف هطول الأمطار الحمضية في الولايات الواقعة في اتجاه الريح إلى الشـمال والشرق من محطات الفحم الغربية الوسـطى. وقد تبنى هذه السياسـة أعضاء الحزب الجمهوري كبديل للوائح الحكومية ولتحديد التخفيضات[311] في كل مصنع.

والنظرية وراء ذلك هي أن سقف الانبعاثات الذي يتناقص ببطء، عندما يقترن بالقدرة على شراء وبيع «تصاريح» الانبعاثات، سـوف يتناقص إلى أقصى درجة، من خلال إعطاء حوافز في السـوق لتلك الشركات الأكثر كفاءة في الحد من الانبعاثات، وفي الوقت نفسـه مَنْح الشركات التي تواجه صعوبة مزيدا من الوقت لإنجاز ذلك. كانت النتائج ناجحة بشـكل مذهل، فقد انخفضت الانبعاثات بسرعة أكبر مما كان متوقعا، وبتكلفة لم تكن تشـكل سوى جزء بسـيط مما كان متوقعا. وبالتالي، شعر أنصار التخفيضات في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2، بأن هذه الآلية قد تكون بمنزلة حل وسـط بين كلا الحزبين، من شـأنها تقليل تلوث ظاهرة الاحترار العالمي بشكل كبير.

مع الأسـف، حالما جرى تقديم سياسـة سـقف الانبعاثات والمقايضة كتسوية بـين الحزبين، انقلب كثير مـن المحافظين الذين كانوا من مؤيـدي هذه الفكرة في البداية[312] عليها وبدأوا يسـمونها «سـقف الانبعاثات والضرائب». وهكذا شـلت

شركات الوقـود الأحفـوري وحلفاؤها الأيديولوجيون عملية صنع السياسـات على الصعيدين العالمي والأمريكي.

لسـنوات عديدة، الجهود الرامية لتحقيق إجماع عالمي على ضرورة العمل لحل أزمـة المناخ تتعرقل بفعل خط الصـدع الدولي القائم بين الـدول الغنية والفقيرة، مـع إصرار البلدان الفقيرة على أن الأولوية التي وضعوها بالنسـخ السريع للتنمية الاقتصادية التي قامت بها بالفعل البلدان الغنية تعني أنهم لا يستطيعون المشاركة في الجهـود العالمية للحد من تلـوث ظاهرة الاحترار العالمـي. وضعت المعاهدات المقترحة بشـكل روتيني أول الالتزامات على الدول الغنية وحدها، تاركة أي شروط على الدول النامية للجولات المقبلة من المفاوضات.

برغم كل ذلك، فإن البلدان الفقيرة بحاجة ماسـة إلى مزيد من الطاقة لتسـيير التنمية الاقتصادية المستدامة فيها. ما يقدر بنحو 1.3 مليار شخص في العالم لايزالون من دون كهرباء على الإطلاق، وعلى الرغم من التراجع التاريخي للفقر في العالم، فإن معـدلات الدخل للفرد الواحد في العديد من البلدان التي تفتقر إلى الطاقة متدنية إلى درجة أنه من السـهل أن نفهم سـبب مقاومتها لفـرض أي قيود على الزيادات المحتملة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2، في الوقت الذي تسرف فيه البلدان الأكثر ثراء في اسـتخدام الطاقـة الأحفورية خلال فتراتها الماضيـة[313] من النهوض الاقتصادي والتنمية.

بيـد أن الكثير قد تغيّر، فقد أصبح واقـع أزمة المناخ جليًا أكثر في الدول النامية نظرا لأنها تعاني من آثار قاسية وتكافح من أجل العثور على الموارد، من أجل التعافي مـن الكوارث والتكيُّف المتوافرين بِيُسْر أكبر في البلدان المتقدمة. ونتيجة لذلك فإن العديد من البلدان النامية غيّرت موقفها الآن، وبدأت تطالب المجتمع الدولي بشكل حثيث باتخاذ إجراء بشـأن المناخ، حتى إن تطلبت الاسـتجابة لذلك أن يُلقى على عاتقهـم[314] جزء من الحِمْل. وتشـير تقديرات البنك الـدولي إلى أن أكثر من ثلاثة أرباع التكاليف الناجمة عن اضطراب المناخ سـتقع على كاهل البلدان النامية[315]، التي يفتقر معظمها إلى الموارد والقدرات على الاستجابة بمفردها.

تتجـاوز النفقـات المطلوبة لتركيب مصـادر الطاقة المتجـددة في العالم النامي الآن تلـك الموجودة في الـدول الغنية[316]. وفقا لديفيد ويلـر الذي يعمل في مركز

التنمية العالمية، فإن البلدان النامية مسؤولة حاليا عن ثلثي قدرة الطاقة المتجددة الجديدة في العالم منذ العام 2002، ولديها بشكل إجمالي أكثر من نصف قدرة الطاقة المتجددة المركبة العالمية[317].

حتى الدول الأغنى الآن تتعرض لضغوط تضطرها إلى الاعتراف بالضريبة الاقتصادية للكوارث المتعلقة بالمناخ. في الولايات المتحدة - التي لاتزال أغنى دولة في العالم - أدت الخلافات السياسية بشأن التكاليف المرتفعة لعمليات الإغاثة من الكوارث إلى تخفيف برامج الإنعاش في حالات الطوارئ التي أعاقت قدرة العديد من المجتمعات المحلية[318] على استعادة عافيتها والوقوف على أقدامها من جديد بعد تعرضها للكوارث المناخية. ولكن العام 2011/ 2012 كان بمنزلة جرس إنذار.

في العام 2011، حلّت في الولايات المتحدة ثماني كوارث مرتبطة بالمناخ، وقد كلفت كل واحدة منها أكثر من مليار دولار. غير أن العاصفة آيرين، التي نَجَت مدينة نيويورك من معظمها، أوقعت أضرارا تتجاوز تكلفتها 15 مليار دولار[319]. وشَهِدت ولاية تكساس أسوأ موجة جفاف وأعلى ارتفاع لدرجات الحرارة في تاريخها، كما اندلعت حرائق الغابات في 240 من أصل 242 من مقاطعاتها[320]. وقد تحطمت آلاف الأرقام القياسية لمعدلات ارتفاع درجات الحرارة اليومية أو معادلتها[321]. الزوابع التي لايزال علماء المناخ يحجمون عن ربطها بالاحترار العالمي (ويرجع ذلك جزئيا إلى أن السجلات السابقة للزوابع غير مكتملة وغير دقيقة)، دمرت توسكالوسا، وألاباما، وجوبلين، وميسوري، والعديد من المجتمعات الأخرى، وقد تجاوزت تكلفة الأضرار التي أحدثتها سبع من هذه الزوابع مليار دولار[322]. في العام 2012 عانى أكثر من نصف المقاطعات في الولايات المتحدة[323] من الجفاف. وقد كلّف الإعصار ساندي 71 مليار دولار على الأقل[324].

يستند أحد الاعتراضات الرئيسة على سياسة سقف الانبعاثات والمقايضة في الولايات المتحدة، إلى الخشية من أن البلدان النامية لن تكون خاضعة لهذا الاقتراح، وأن الصناعات الأمريكية، بالتالي، ستكون في وضع تنافسي ليس في مصلحتها. في العقدين الأخيرين أثار ظهور شركة الأرض المخاوف بين عمال المصانع في الولايات المتحدة والدول المتقدمة الأخرى من أن وظائفهم ستضيع وسيُعاد توزيعها على عمال المصانع في البلدان الأكثر فقرا، حيث اليد العاملة رخيصة، والتكنولوجيات

المتقدمــة أصبحت متوافرة. وبالتالي، أصبحت أي ميزة تنافســية إضافية ممكنة في البلدان النامية ضارة سياسيا في كثير من دول العالم الصناعي.

وهذا واحد من عدة أسباب لوجود دعم للاقتراحات الداعية إلى دمج تخفيضات ثاني أكســيد الكربون CO_2 في تعريف منظمة التجارة العالمية لما هو مســموح به في شــكل «تعديــلات للحدود» لإضافة تكلفة تخفيضات CO_2 إلى أســعار الســلع المســتوردة من بلد لا يُطالب بها إلى بلد يُطالب بها. في العام 2009، نشرت منظمة التجارة العالمية، بالاشــتراك مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة، تقريرا يدعم مثل هذه التعديلات للحدود[325].

منــذ زمن وأنا مدافع قوي عــن التجارة الحرة المتبادلة، علــما بأن هذا الموقف لم يجعلني محبوبا في الحزب الســياسي الذي أنتمــي إليه. وأنا لاأزال أؤمن بقوة بالتجارة الدوليــة الحرة والنزيهة. ولكن المجموعة العادلة مــن القواعد هي تلك التي صُممت لخلق أســاس يتســاوى فيه الجميــع والمحافظة عليه، وفي رأيــي، إن تخفيضات CO2 مؤهلة بالتأكيد لتكون واحدة من العوامل التي ينبغي تضمينها في تعديلات الحدود.

عندمــا كنت في منصب نائب الرئيس الأمريكي، شــاركت مــع آخرين في عملية التفــاوض عــلى معاهدة عالميــة في كيوتو، اليابــان، لتبني آلية ســقف الانبعاثات والمقايضة كأســاس للجهود التي يبذلهــا العالم للحد من انبعاثات CO_2. وقد تبنت 191 دولــة والاتحاد الأوروبي برمته بروتوكول كيوتو، وعلى الرغم من رفض الولايات المتحدة المشاركة، وبرغم مشكلات التطبيق، حققت هذه المعاهدة نجاحا في معظم الدول، والمقاطعات، والأقاليم[326] الجاهدة إلى تلبية التزاماتها.

على الرغم من أن بعض الدول التي تســتخدم تجــارة ائتمان الكربون تلاعبت وانتهكت النظام، وعلى الرغم من المشكلات التي تكشّفت في الأيام الأولى من النظام الأوروبي، اتخــذت أوروبا إجراءات لمعالجة المشــكلات، ومعظم الــدول التي لديها أنظمة جيدة التصميم ماضيةٌ في مسارها إلى تحقيق تخفيضات حادة في الانبعاثات. وقد قال أحد المحللين السياســيين من معهد بوتســدام للبحوث الخاصة بالتأثيرات المناخية، بيل هير: «لا أســتطيع أن أرى أي طريقة أخرى للقيام بذلك. السياســات الأخرى ليســت أسهل في التفاوض. قد تكون ســوق الكربون معقدة، ولكننا نعيش في عالم معقد»[327].

مع الأسف، فإن قرار الولايات المتحدة بعدم الانضمام إلى بروتوكول كيوتو، والفشل في الحصول على تعهدات من الصين و«البلدان النامية» الأخرى (كانت الصين في تلك السنوات لاتزال تعتبر دولة نامية)، يعنيان أن اثنين من أكبر البلدان المصدرة لانبعاثات ملوثات الاحترار العالمي لم ينضما إلى المعاهدة. لو كانت الولايات المتحدة قد انضمت إلى المعاهدة لكان الزخم للمشاركة العالمية والامتثال ساحقا ولكانت الدول النامية قد واجهت ضغوطا لا هوادة فيها للانضمام في المرحلة الثانية من المعاهدة، كما كان متوقعا.

وعلى الرغم أيضا من أن النظام السياسي في الولايات المتحدة لايزال مشلولا على المستوى الاتحادي فإن حكومات العديد من الدول الأخرى ماضيةٌ في تبني سياسات جديدة إدراكا منها للمخاطر التي نواجهها والفرص التي يمكن اغتنامها. بالإضافة إلى الاتحاد الأوروبي، فإن كلا من سويسرا، ونيوزيلندا، واليابان، وأحد الأقاليم الكندية وإحدى وعشرين ولاية أمريكية على وشك البدء في تطبيق نُظُم سقف الانبعاثات والمقايضة[328]. والأهم هو أن ولاية كاليفورنيا بدأت في تطبيق النظام في العام 2012[329]. اعتمدت أستراليا، وهي أكبر مصدِّر للفحم في العالم، خطة تشمل كلا من ضريبة CO_2 ونظام سقف الانبعاثات والمقايضة الذي جرى ربطه مع نظام الاتحاد الأوروبي. وجنوب كوريا بصدد إنشاء نظامها الخاص بها كما أعلنت 14 دولة أخرى رسميا أنها تخطط لإطلاق أنظمة سقف الانبعاثات والمقايضة: البرازيل، وتشيلي، وكولومبيا، وكوستاريكا، والهند، وإندونيسيا، والأردن، والمكسيك، والمغرب، وجنوب أفريقيا، وتايلاند، وتركيا، وأوكرانيا، وفيتنام.

يقول وولفغانغ ستيرك من معهد ووبرتال في ألمانيا: «إن سوق الكربون ليست ميتة... إذا ظهر نظام وطني في الصين فإنه قد يصبح، بناء على التصميم والنطاق، الأكبر في العالم، وقد تعطي التراخيص في ذلك النظام إشارة الأسعار العالمية»[330].

تطبِّق الصين نظام سقف الانبعاثات والمقايضة في خمس مدن (بكين، وتيانجين، وشانغهاي، وغونتشينغ، وشِينجِين) واثنين من الأقاليم (قوانغدونغ وهوبيي). القصد من وراء هذا التطبيقات التجريبية هو أن تكون قائمة ومعمولا بها في العام 2013 من أجل توفير تجربة تعليمية يمكن استخدامها لتطبيق نظام سقف الانبعاثات والمقايضة في جميع أرجاء الصين بحلول العام 2015[331].

كما هـي الحال مع بعض التعهـدات الأخرى التي قدمتهـا الحكومة الصينية، لايزال بعض الخبراء متشـككين في أنها سـتمضي قدما في تطبيق هذه الخطة، ولكن تقاريـر المراقبين تفيد بأن هناك تقدما أُحرز في معظـم التطبيقات التجريبية التي جرى تخصيصها. ومعا، تمثل المناطق في البرنامج التجريبي ما يقارب 20 في المائة من سكان الصين[332]، ونحو 30 في المائة من ناتجها الاقتصادي.

التـزام الصين بالاسـتدامة والطاقة المتجددة آتى أكله على الفـور، وأضرّ بقدرة العالم على حل أزمة المناخ، فمن خلال الحد من الواردات في أثناء استخدام الإعانات لتخفيـض تكلفة تكنولوجيات الطاقـة المتجددة إلى ما دون المسـتوى الذي يمكّن الشركات الغربية من المنافسة، تكون الصين قد خدمت مصلحتها الخاصة في الهيمنة عـلى ما يتوقع الجميع أن يكون مفتاح الصناعة في القرن الحادي والعشرين، ولكنه أضر بقـدرة بقية العالم على جني فوائد المنافسـة العادلة في النهوض بسرعة بحالة هذه التكنولوجيات.

في العام 2011، قدمت الولايات المتحدة شـكوى رسمية ضد الصين بدعوى أنها تقـدّم إعانات غير عادلـة للشركات المصنّعة لطاقة الرياح والطاقة الشمسـية[333]. واعتبـارا من العام 2012 فرضـت الولايات المتحدة رسـوما جمركية على ما يقرب من 30 في المائة من الألواح الشمسـية الصينية المستوردة، كما بدأ الاتحاد الأوروبي النظر في تقديم شكوى مماثلة[334]. ومع ذلك، وعلى الرغم من هذه المشكلات، فإن الأسعار المنخفضة الناجمة عن التزام الصين والإعانات ساعدت في رفع حجم الإنتاج إلى مسـتويات أعلى مما يتوقعه أي شخص، ما أدى بالتالي إلى تخفيضات حادة أكثر مما كان متوقعا.

التـزام الصين المثير للإعجـاب بالمضي قدما بقوة في نشر طاقـة الرياح والطاقة الشمسـية ألهـم العديد من الدول الأخـرى في جميع أنحاء العالم، ولكن اسـتمرار اسـتثماراتها الهائلة في محطات توليد جديدة تعمل بالفحم جعلها تتجاوز الولايات المتحدة باعتبارها البلد الأكبر تلويثا لظاهرة الاحترار العالمي[335] على كوكب الأرض. الجميع يدرك مدى أهمية اسـتمرار تطوّر التجارة والصناعة بالنسبة إلى الصين من أجـل مواصلة خفض مسـتويات الفقر المدقع في البلاد، ولكـن الاحتجاجات داخل الصين ضد مشاريع الطاقة غير النظيفة بدأت تتصاعد[336] في العديد من المناطق.

في السنوات العشر الماضية ارتفع استهلاك الطاقة في الصين إلى ما يزيد على 150 في المائــة[337]، متجــاوزا نظيره في الولايات المتحدة. وعــلى عكس الولايات المتحدة، لاتــزال الصين تحصل على ما يقرب مــن 70 في المائة من احتياجاتها من الطاقة من الفحم[338]. وقد زاد اســتهلاكها للفحم 200 في المائة خلال الفترة نفسها من الزمن، إلى مستوى يفوق اســتهلاك الولايات المتحدة للفحم بثلاث مرات[339]. والصين هي أكبر مســتورد للفحــم في العالم (تليها اليابان وكوريا الجنوبيــة والهند)، وأكبر منتج للفحم على حد سواء، فهي حتى الآن تُنتج نصف الفحم في العالم، وهذا يفوق بمرتين ونصــف المرة ما تنتجه الولايات المتحدة[340] (التــي تعتبر ثاني أكبر منتج للفحم في العالم). في الواقع، تصل الكمية الزائدة من اســتهلاك الصين للفحم من العام 2007 إلى العام 2012، إلى كميات الطلب الإضافي التي تســاوي كل الاســتهلاك الســنوي للولايات المتحدة[341]. وقد اقترحت الحكومة في بكين وضع سقف لإنتاج واستخدام الفحم ليُطَبق في العام 2015، علما أن العديد من الخبراء يشــككون في قدرتها على المحافظة على هذا السقف[342].

عــلى الرغم من شــهيتها على حــدود النفط مقارنة باســتهلاكها للفحم فإن كمية النفط التي اســتخدمتها الصين تضاعفت خلال تسعينيات القرن العشرين، وتضاعفــت مرة أخرى في العقــد الأول من هذا القرن، فيــما تحتل الآن المرتبة الثانيــة[343] بعد الولايات المتحــدة. ولأول مرة، في العام 2010، تتجاوز صادرات المملكــة العربية الســعودية من النفــط إلى الصين[344] الصــادرات النفطية إلى الولايــات المتحــدة. في العام 2012 بَلَــغ احتياطي النفط المحــلي في الصين على مــا يبدو ذروته. وبرغم تطويرهم الحثيث للحقول النفطية بعيدا عن شــواطئ بلادهم، يســتورد الصينيون بالفعــل نصف النفط الذي يســتخدمونه، وتتوقع وكالة معلومات الطاقة الأمريكية أن تســتورد الصين ثلاثة أرباع نفطها في غضون العقدين المقبلين[345].

وقد لاحظ خبراء الأمن أن هذا الاتجاه له آثار على السياســة الخارجية الصينية في مجالات مثل الاحتياطيات المتنازع عليها في بحر الصين الجنوبي، وميلها الاستباقي للانخراط مع الدول الغنية بالنفط في الشرق الأوسط وأفريقيا[346]. يجد العديد من المراقبين مفارقة في أنه بعد غزو الولايات المتحدة للعراق - على الأقل جزئيا لضمان

في السنوات العشر الماضية ارتفع استهلاك الطاقة في الصين إلى ما يزيد على 150 في المائـــة[337]، متجـاوزا نظيره في الولايات المتحدة. وعـلى عكس الولايات المتحدة، لاتـزال الصين تحصل على ما يقرب مــن 70 في المائة من احتياجاتها من الطاقة من الفحم[338]. وقد زاد اســتهلاكها للفحم 200 في المائة خلال الفترة نفسها من الزمن، إلى مستوى يفوق اســتهلاك الولايات المتحدة للفحم بثلاث مرات[339]. والصين هي أكبر مســتورد للفحــم في العالم (تليها اليابان وكوريا الجنوبيــة والهند)، وأكبر منتج للفحم على حد سواء، فهي حتى الآن تُنتج نصف الفحم في العالم، وهذا يفوق بمرتين ونصــف المرة ما تنتجه الولايات المتحدة[340] (التــي تعتبر ثاني أكبر منتج للفحم في العالم). في الواقع، تصل الكمية الزائدة من اســتهلاك الصين للفحم من العام 2007 إلى العام 2012، إلى كميات الطلب الإضافي التي تســاوي كل الاســتهلاك الســنوي للولايات المتحدة[341]. وقد اقترحت الحكومة في بكين وضع سقف لإنتاج واستخدام الفحم ليُطَبق في العام 2015، علما أن العديد من الخبراء يشــككون في قدرتها على المحافظة على هذا السقف[342].

عــلى الرغم من شــهيتها على حــدود النفط مقارنة باســتهلاكها للفحم فإن كمية النفط التي اســتخدمتها الصين تضاعفت خلال تسعينيات القرن العشرين، وتضاعفــت مرة أخرى في العقــد الأول من هذا القرن، فيــما تحتل الآن المرتبة الثانيــة[343] بعد الولايات المتحــدة. ولأول مرة، في العام 2010، تتجاوز صادرات المملكــة العربية الســعودية من النفــط إلى الصين[344] الصــادرات النفطية إلى الولايــات المتحــدة. في العام 2012 بَلَــغ احتياطي النفط المحــلي في الصين على مــا يبدو ذروته. وبرغم تطويرهم الحثيث للحقول النفطية بعيدا عن شــواطئ بلادهم، يســتورد الصينيون بالفعــل نصف النفط الذي يســتخدمونه، وتتوقع وكالة معلومات الطاقة الأمريكية أن تســتورد الصين ثلاثة أرباع نفطها في غضون العقدين المقبلين[345].

وقد لاحظ خبراء الأمن أن هذا الاتجاه له آثار على السياســة الخارجية الصينية في مجالات مثل الاحتياطيات المتنازع عليها في بحر الصين الجنوبي، وميلها الاستباقي للانخراط مع الدول الغنية بالنفط في الشرق الأوسط وأفريقيا[346]. يجد العديد من المراقبين مفارقة في أنه بعد غزو الولايات المتحدة للعراق - على الأقل جزئيا لضمان

في العقد الماضي، كان هنـاك توتر بين الأهداف التي حددتها الحكومة الوطنية وإسـتراتيجيات التنفيـذ التـي تابعتها الحكومـات الإقليمية، التي عـادة ما تكون متشـابكة مع مستخدمي الطاقة الصناعية. كإجراء يَنُم عن جدية الحكومة الوطنية في تطبيق أهداف خفض CO_2 وكثافة اسـتخدام الطاقة، بعثت بكين مسـؤولين إلى هـذه المناطق في العام 2011 لفرض إغلاق قسري عـلى المصانع، وحتى قطع التيار الكهربائي بشكل كامل من أجل ضمان تحقيق هذه الأهداف[358]. في الآونة الأخيرة، ربطت الحكومة المركزية ترقيات[359] المسؤولين المحليين والإقليميين بمدى نجاحهم في تحقيق هذه الأهداف.

في قطـاع الطاقـة المتجددة، هيمنـت الصين على الإنتـاج العالمي من طواحين الهواء والألواح الشمسـية، كما ذكرنا أعلاه، ولكنها أحرزت تقدما في تركيب الألواح الشمسـية أقل مما حققته في تركيب طواحين الهواء - ويرجع سـبب ذلك جزئيا إلى أنها تصدِّر 95 في المائة من الألواح الشمسية التي تنتجها[360]، والتي يذهب العديد منها إلى الولايات المتحدة. في بعض السـنوات الأخيرة، كانت 50 في المائة من جميع طواحـين الهواء المركَّبـة عالميا في الصين[361]، على الرغم مـن أن ما يقرب من ثلث طواحين الهواء لديها إما أنه ليس موصولا بشـبكة الكهرباء أو أنه موصول بخطوط لا تتحمل سريان التيار الكهربائي[362].

وتقوم الحكومة المركزية أيضا بإدارة خطة طموحة لبناء «شبكة كهرباء ضخمة» شـاملة وتُعد الأكثر تطورا في العالم، من أجل معالجة هذه المشكلة. أعلنت حكومة بكين أنها ستنفق 269 مليار دولار على مدى السنوات القليلة المقبلة لبناء 200 ألف كيلومـتر من خطوط النقل ذات الجهد العـالي، التي قالت عنها إحدى شركات نشر التجارة الصناعية إنها تعتبر «المكافئ تقريبا لإعادة بناء[363] شـبكة النقل الأمريكية التي يبلغ طولها 257500 كيلومتر من نقطة الصفر».

وكـما أدركـت العديد من البلدان، فإن شـبكات الكهربـاء ذات القدرة العالية والكفاءة العالية ضرورية من أجل استخدام مصادر متناوبة من الكهرباء كتلك التي تنتجها طواحين الهواء وألواح الطاقة الشمسية، ومن أجل نقل الكهرباء المتجددة من المناطق ذات الإنتاج العالي المحتمل إلى المدن حيث يجري اسـتخدامها. ومع ازدياد نسبة الكهرباء من المصادر، ستزداد أهمية الشبكات الذكية والشبكات الضخمة.

يجري استكمال خطط لربط المناطق المعرّضة للشمس من شمال أفريقيا والشرق الأوسط بالعدد الكبير لمستهلكي الكهرباء في أوروبا[364]. وهناك خطط مماثلة قيد الدراسة في أمريكا الشمالية، حيث المناطق المعرّضة للشمس في جنوب غرب الولايات المتحدة وشمال المكسيك يمكن بسهولة أن توفر كل الكهرباء اللازمة[365] في كلا البلدين. وفي كل من الهند[366] وأستراليا[367] هناك خطط قيد التنفيذ لربط المناطق المعرّضة للشمس والرياح مع المناطق ذات الاستهلاك العالي للكهرباء.

هناك، على أي حال، حاجة كبيرة إلى رفع مستوى الموثوقية، والقدرة على التحمل، والميزات المتقدمة لشبكة توزيع الكهرباء في الدول الغنية والفقيرة على حد سواء. في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، الانقطاعات في الخدمة الكهربائية، وانقطاع التيار الكهربائي غير المبرمج، جنبا إلى جنب مع عدم الكفاءة في التوزيع والنقل، يفرض على الحكومة تكلفة سنوية تقدر بأكثر من 200 مليار دولار في السنة[368]. في الهند، أكبر انقطاع للكهرباء في التاريخ - حتى الآن - حدث في العام 2012 عندما انقطعت الكهرباء عن أكثر من 600 مليون شخص بسبب مشكلات في إدارة سريان التيار الكهربائي في نظام شبكة الكهرباء البالية[369].

بالإضافة إلى تطوير شبكات ضخمة وشبكات ذكية - تستطيع تزويد المستخدمين النهائيين للكهرباء بالأدوات اللازمة لكي يصبحوا أكثر كفاءة بكثير في مقدرتهم على تقليل استهلاك الطاقة وتوفير المال - هناك حاجة ملحة إلى طرق أكثر كفاءة في تخزين الطاقة. وقد جرى توظيف كم كبير من الاستثمارات في البحث والتطوير لنوع جديد من البطاريات التي يمكن توزيعها في جميع أنحاء الشبكة الكهربائية، وفي المنازل والمحال التجارية، بغية الحد من الحاجة إلى الطاقة المفرطة الضائعة في توليد الكهرباء المطلوبة خلال ساعات الذروة من الاستخدام. كما أن هذه البطاريات تستطيع أيضا أن توفر مخزونا ثمينا من الكهرباء عندما تستخدم في السيارات الكهربائية التي، مثل معظم السيارات، تمضي معظم وقتها مركونة في المرائب أو مواقف السيارات[370].

ونحو هذه الغاية، تُطلق الشركات المصنعة للسيارات حول العالم أساطيل من السيارات الكهربائية تمهيدا للتحول إلى الكهرباء المتجددة والابتعاد عن الإمدادات النفطية المكلفة والمحفوفة بالمخاطر. على الأقل بعض الشركات المصنعة في كل أنواع

الصناعـات تقريبا تتحول أيضا إلى الإسـتراتيجيات التي تؤكد على الاسـتهلاك الأقل للطاقـة والمـواد. ولقد وثّق الخبير في كفاءة الطاقة مـن معهد روكي ماونتن، أموري لوفينـز، بدقـة بالغة، الحركة المثيرة للإعجاب التي قامـت بها العديد من الشركات للاستفادة[371] من هذه الفرص.

بالإضافـة إلى الطاقة الشمسـية وطاقة الرياح يجري استكشـاف طاقة الأمواج والمـد والجزر على حد سـواء[372] في البرتغال، واسـكتلندا، والولايات المتحدة، على سبيل المثال، وعلى الرغم من أن مساهمة هذه المصادر لاتزال ضئيلة، يعتقد كثيرون أنها قد تحمل في طياتها إمكانات كبيرة في المسـتقبل[373]. غير أن اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ذكرت في تقرير خاص لها حول مصادر الطاقة المتجددة في العام 2011 أن طاقة الأمواج والمد والجزر «من غير المرجح أن تسهم بدرجة كبيرة في إمدادات الطاقة العالمية قبل العام 2020»[374].

قامـت الطاقـة الحراريـة الأرضية بإسـهام مهـم في دول مثل أيسـلندا[375]، ونيوزيلنـدا[376]، والفلبين، حيث تُوجَد هناك وفرة[377] من الطاقة الحرارية الأرضية التي يمكن اسـتغلالها بسهولة. الإمكانات الهائلة للطاقة الحرارية الأرضية المستمدة من المناطق الجيولوجية الأعمق بكثير كانت عسيرة على التطوير بشكل غير متوقع، ولكن هنا مرة أخرى يسـعى رجال الأعـمال في كثير من البلدان جاهدين إلى إتقان هذه التكنولوجيا بشكل تام.

على الرغم من أن الطاقة الكهرومائية المحتملة جرى اسـتغلالها بشـكل شـبه كامل في مناطق رئيسة من العالم، هناك موارد غير مطوَّرة في روسيا، وآسيا الوسطى، وأفريقيا تمتلك إمكانات كبيرة، علما أن النقاد يحذرون أيضا من مخاطر بيئية خطيرة في بعض المواقع[378].

استخدام الكتلة الحيوية آخذ في التوسع[379]، وقد بدأ يؤدي دورا مهما في بعض البلدان. بالإضافة إلى الاسـتخدامات التقليدية للسماد والأشكال الأخرى من الكتلة الحيوية لأغراض الطهي، تُسـتخدَم تقنيات الكتلة الحيوية الحديثة لحرق الأخشاب من الغابات المتجددة بعمليات أكثر كفاءة لإنتاج الحرارة والكهرباء، كما هي الحال مع الوقود الحيوي، فإن الأثر الصافي لاسـتخدام الكتلـة الحيوية، عند تحليلها على أساس دورة الحياة، يعتمد إلى حد كبير على حساب دقيق لجميع مدخلات الطاقة،

والأثر على اســتخدام الأراضي والتنوع البيولوجي، والفــترات الزمنية اللازمة لإعادة تدوير الكربون من خلال إعادة نمو النباتات والأشجار.

هنــاك أيضــا حركة عالميــة لإنتاج غاز الميثــان والغاز الاصطناعــي من مكبات النفايات التي تحتوي على كميات كبيرة من النفايات العضوية، وإنتاج الغاز الحيوي مــن التركيزات الكبــيرة من فَضَــلات الحيوانات التي تجمّعت في عمليات تســمين الحيوانات. الصين، على سبيل المثال، لديها تركيز كبير على الغاز الحيوي - ما يتطلب تركيب هواضم الغاز الحيوي في جميع الماشــية الكبيرة، والخنازير، ومزارع الدجاج لاشتقاق الغاز من الفَضَلات الحيوانية، على الرغم من أن تطبيق هذا الإجراء لايزال متأخرا[380]. ينبغي على الولايات المتحدة، التي لديها برنامج تطوعي، وبلدان أخرى أن تحذو حذوهم.

حلول وهمية

هناك إســتراتيجيتان للاســتجابة لظاهرة الاحترار العالمي من غير المرجح أن تنجحا، علما أن كل إســتراتيجية لها مؤيدوها المتحمسون لها. الإستراتيجية الأولى هي التقاط الكربون واحتباسه (CCS). ولطالما كنت من داعمي أبحاث وتطوير تقنيات التقاط الكربون واحتباســه CCS، ولكن كانت تســاورني شــكوك بأنها ســتؤدي دورا ليس ثانويا. فمن الممكــن دائما أن يكون هناك اختراق تكنولوجي غير متوقع من شــأنه أن يقلل - إلى حد كبير - مــن تكلفة التقاط انبعاثات ثاني أكســيد الكربون CO_2، وإما تخزينها بشــكل آمن تحــت الأرض، وإما تحويلها بطريقة ما إلى مواد للبناء أو أشــكال أخرى تجعلها مفيدة وآمنة. أسس صديقي ريتشــارد برانســون جائزة سخية من أجل إزالة ثاني أكســيد الكربون CO_2 من الغــلاف الجوي، وقد دعاني أنا والعالم الخبير في ظاهرة الاحترار العالمي من وكالة ناسا جيم هانسن إلى أن نكون حُكّاما في المنافسة.

ولكن باستثناء الاختراقات، فإن تكلفة هذه التكنولوجيا CCS المتاحة في الوقت الحاضر - على صعيد المال والطاقة - مرتفعة جدا لدرجة أن المنشآت العامة وغيرها من غير المرجح أن تســتخدمها. سيتعين على أي منشــأة تُشغّل محطة توليد تعمل بالفحــم وتبيع الكهربــاء لعملائها، أن تحوّل ما يقرب مــن 35 في المائة من مجمل

الكهربـاء التي تنتجهـا لتأمين الطاقة فقط من أجل التقـاط، وضغط وتخزين ثاني أكسـيد الكربـون CO_2 الذي - لولا ذلك - كان سـينبعث في الغـلاف الجوي[381]. فيما يمكن ترجمة ذلك على أنه صفقة لو أنقذت مسـتقبل الحضارة، فإن المنشـأة لن تتمكن من تغطية تكاليف هذه العملية والمحافظة على بقائها في سـلك العمل. وكميـات انبعاثات ثاني أكسـيد الكربون CO_2 المعنية هائلـة إلى درجة أن دافعي الضرائب ليس لديهم كثير من الشهية لتحمل التكلفة.

في حين أن مناطق التخزين الآمنة والمنيعة تحت الأرض متوافرة بالفعل، فإن عمليـة تحديد مواقعها، ومن ثم التحقق بعنايـة فائقة من خصائصها من أجل ضمان أن ثاني أكسـيد الكربون CO_2 لن يتسرب إلى السـطح أو الهواء، أمر مهم جدا. لم تكن هناك معارضة شـعبية ملحوظة لتحديـد مواقع مثل هذه المرافق للتخزيـن تحـت الأرض بالقرب من المناطـق المأهولة بالسـكان. هناك إجماع في الآراء بـين هؤلاء العلماء والمهندسـين الخبراء في هـذا الموضوع على أنه كلما طالت فترة تخزين ثاني أكسـيد الكربون CO_2، أصبح أكثر أمانا - لأن التشـكيلة الجيولوجية نفسـها تبدأ في امتصاصه[382]. غير أن التكلفة الإجمالية لإستراتيجية التقـاط الكربون واحتباسـه CCS حـالا دون تبنيها من قبل الـشركات الكبيرة الملوِّثة بالكربون.

أعلنـت كل من الولايات المتحدة والصين عن مشـاريع كبـيرة ممولة حكوميا لإثبات إسـتراتيجية التقاط الكربون واحتباسـه CCS، علـما أن المشروع الصيني - المعروف باسـم غرين جـين (الجيل الأخـضر) GreenGen - متخلِّف عن الجدول الزمني للمشروع، والمشروع الأمريكي - المعروف باسم فيوتشر جين (جيل المستقبل) FutureGen - لايـزال غارقـا في وحل الشـلل السـياسي المزمن الـذي يميز الوضع الراهن للديموقراطية في الولايات المتحدة[383]. النرويج، والولايات المتحدة، والمملكة المتحـدة، وكندا، وأسـتراليا[384] هي من بين بلدان أخرى تتابع إسـتراتيجية التقاط الكربون واحتباسه CCS. ومع ذلك، فإن أحد الخبراء البارزين في العالم في تكنولوجيا التقاط الكربون واحتباسه CCS، ويدعى هوارد هرتسوغ، من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، كان يقول منذ سـنوات إن المفتـاح الحقيقي لجعل هذه التكنولوجيا مُربحة وقابلة للحياة هو وضع سعر على الكربون[385].

التكنولوجيــا الثانية التي تُوصف أحيانا بالعلاج الســحري والتي يمكن أن تزيل معظم انبعاثات CO_2، على الأقل من قطاع توليد الكهرباء، هي تكنولوجيا لها تاريخ طويل ومحفوف بالمخاطــر - وهي الطاقة النووية. الجيل الحالي من مفاعلات الماء الخفيــف المضغوط بقوة تتراوح بين 800 و1200 ميغاوات ربما يكون، مع الأســف، طريقا مســدودا تكنولوجيا. لمجموعة متنوعة من الأســباب، فإن تكلفة المفاعلات مســتمرة في الارتفاع بشــكل ملحوظ ومطــرد على مدى عقود. في أعقاب المأســاة الثلاثية في فوكوشيما، اليابان، تراجعت الآفاق المستقبلية للطاقة النووية بشكل أكبر.

لايزال ســجل الســلامة، على الرغم من أنه تحسّن كثيرا، يشكل أحد الأسباب التي تثير المعارضة الشــعبية. واجهت فرنســا التي كانت تتمتع بسمعة عالمية، باعتبارهــا أكثر البلدان تقدما وكفــاءة في مجال الطاقــة النووية، صعوبات مع الجيل الجديد من المفاعلات التي لديها[386]. من جهة أخرى، فإن كوريا الجنوبية كانت ماضيةً قدما في وضع تصميم يعتقد كثير من الخبراء أنه تصميم واعِد[387]. هنــاك عدة مفاعلات جديدة قيد الإنشــاء في مختلف أنحــاء العالم، ولكن عند تقييــم خيارات الطاقة المتدنية الكربون، تُعاق الطاقة النووية بشــدة بفعل كل من التكلفة وقضايا الســلامة الملحوظة. لايــزال هناك احتمال واضح بأن البحث وتطويــر جيل جديــد من المفاعلات الأصغــر حجما والتي نأمــل أن تكون أكثر أمانا[288] قد يؤديان دورا مهما في مستقبل الطاقة في العالم. يجب أن نعرف ذلك بحلول العام 2030.

على الرغم من مشــكلاتها، فإن لكل من تكنولوجيا التقاط الكربون واحتباســه CCS وتكنولوجيــا الطاقة النووية جاذبية دائمة، ويرجع ســبب ذلك جزئيا إلى أنها حلول تكنولوجية توفر إمكانية أن تؤدي إســتراتيجية واحدة إلى حل سريع نســبيا. في الواقع، يخبرنا علماء النفس بأن أحد مواطن الخلل الأخرى في طريقتنا الشــائعة للتفكير في المشــكلات الكبيرة هو ما يســمونه «التحيز إلى إجراء واحد»، وهو نوع من التفضيل مغروس في عقولنا للحلول المفردة[389] للمشــكلات، مهما كانت درجة تعقيد هذه المشكلات.

هذا الخلل الشائع ذاته، في طريقتنا في التفكير، يساعد على تفسير التأييد الذي لا يمكن تفسيره بغير هذه الطريقة لعدد من المقترحات الغريبة كلية التي تعرف باسم

الهندسة الجيولوجية. كان بعض المهندسين والعلماء يرون - قبل عدة سنوات - أنه ينبغي علينا أن نُطلق مليارات من الشرائط الصغيرة من رقائق القصدير في المدار حول الأرض[390] لتعكس مزيدا من أشعة الشمس الواردة، وبالتالي تبريد درجة الحرارة العالمية. لا يشير السجل العام إلى ما إذا كان هؤلاء المهندسون والعلماء يعتمرون قبعات مصنوعة من ورق القصدير عندما أطلقوا فكرتهم. وهناك اقتراح سابق في السياق نفسه عَرَض مظلّة فضاء عملاقة، تهدف أيضا إلى حجب أشعة الشمس الواردة[391]. وكان ينبغي أن يكون طول قطر هذه المظلة 1000 ميل، وكانت تتطلب وجود قاعدة قمر من أجل إنشائها وإطلاقها. واقترح آخرون أن نحاول تحقيق النتيجة نفسها عن طريق حقن كميات هائلة من ثاني أكسيد الكبريت في طبقات الغلاف الجوي العلوية[392] من أجل حجب أشعة الشمس.

الحقيقة أن أي عالم ذي سمعة يربط اسمه بمثل هذه المقترحات هو بالتأكيد مؤشر إلى مدى اليأس الذي يشعر به هؤلاء الذين يفهمون أزمة المناخ حيال الفشل الذريع للقيادة السياسية في العالم في البدء في خفض معدل انبعاثات تلوث الاحترار العالمي. ولكن نظرا إلى العواقب غير المتوقعة للتجربة الكونية التي نجريها حاليا (ضخ 90 مليون طن من تلوث الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي كل أربع وعشرين ساعة) سيكون وفق رأيي ضربا من الجنون المُطْبِق إطلاق تجربة كونية ثانية على أمل ضعيف أنها قد تلغي مؤقتا بعضا من عواقب التجربة الأولى من دون أن تُحْدِث مزيدا من الضرر في العملية.

من بين العواقب الأخرى لاقتراح ثاني أكسيد الكبريت SO_2، التي جرت الإشارة إليها في دراسة علمية أجريت في العام 2012، هذا التغيير المذهل: السماء التي نحدِّق فيها منذ بداية وجود البشرية على الأرض لن تَكُون زرقاء بعد الآن[393]، أو على الأقل لن تكون بالزرقة ذاتها التي كانت عليها. هل ذلك أمر مهم؟ ربما يمكننا أن نفسر لأحفادنا سبب وجود كم كبير من الإشارات إلى «السماء الزرقاء» في تاريخ الثقافات على الأرض. ولربما كانوا سيفهمون أنه كان ضروريا التضحية بزرقة السماء من أجل استيعاب الأجندة السياسية لشركات النفط، والفحم، والغاز. مستويات التلوث في سماء المدن غيَّرت بالفعل لون السماء ليلا من اللون الأسود إلى الأسود المحمر[394].

لا أحـد لديه أي فكرة عما تعنيه مثل هـذه المقترحات لعملية التركيب الضوئي للمحاصيل الغذائية وغيرها من النباتات؛ فالضوء الضروري للحياة سيكون محجوبا جزئيـا من أجل خلق مزيد مـن «الفراغ الحراري» كي تشـغله الانبعاثات المتزايدة باطـراد من جراء حرق الوقود الأحفوري. فعالية تحويل الطاقة الكهربائية الضوئية لأشعة الشمس إلى كهرباء - وهي إحدى تكنولوجيات الطاقة المتجددة الواعدة جدا - يمكن أيضا أن تتعرض للضرر. ولن يقوم أيٌ من هذه المقترحات الغريبة بفعل أي شيء لوقف تحمُّض المحيطات.

بالإضافة إلى ذلك، إذا فشـلنا في تخفيض انبعاثات CO_2، يجب زيادة حقن ثاني أكسـيد الكبريت، أو تدوير شرائط رقائق القصدير بانتظام عاما بعد عام. ولا توجد لدى أي شخص أدنى فكرة عما يمكن أن تفعله هذه المقترحات الغريبة لأنماط المناخ، وهطـول الأمطار، وتيارات العواصف، وجميع الظواهر الأخرى التي يجري تعطيلها بالفعل. فهل أصابنا هذيان الجنون الصارخ؟

لا، نحن لم نصب بالجنون. الأمر لا يتعدى سـوى أن طريقتنا في التواصل بشـأن التحديـات العالمية، وجدلنا حـول الحلول المعقولة تعرضا لدرجـة غير صحيّة من التشـويه والمراقبة من قبل مصالح الشركات الثرية المستميتة لمنع التفكير الجدي في الحد من تلوث الاحترار العالمي.

من الناحية الفنية، هناك مجموعة من مقترحات الهندسة الجيولوجية الحميدة التي قد تقدم فوائد هامشـية من دون فرض مخاطر متهورة. صبغ الأسطحة باللون الأبيض، على سبيل المثال، أو زرع ملايين حدائق الأسطحة كلاهما مثال على التغيرات التي ليسـت فيها مخاطر، والتي طرأت على الخصائص العاكسة لسطح الأرض التي يمكن أن ترد مزيدا من أشـعة الشـمس الواردة وتعيدها مرة أخرى إلى الفضاء قبل أن يجري امتصاص معظم الطاقة الحرارية التي تحملها من قبل الجزء السـفلي من الغلاف الجوي. وبشكل مختلف حول هذا الموضوع، فإن البيرو تقوم بصبغ الصخور باللـون الأبيـض في مرتفعات جبال الأنديز، في محاولة يائسـة لإبطاء ذوبان الأنهار الجليدية والكتل الثلجية[395] التي تعتمد عليها من أجل مياه الشرب والري.

إذا مـا اسـتمررنا في تأخير إطلاق جهـد عالمي جدي ومتعـدد الجوانب للحد من انبعاثات تلوث غازات الاحتباس الحراري، فإننا سـوف نجد أنفسـنا مدفوعين

بشكل متزايد نحو اتخاذ تدابير يائسة للتخفيف من الآثار المتنامية لظاهرة الاحترار العالمي. سنحاول تدبر الأمر، ونتجادل ونتحارب بعضنا مع بعض، ونسعى وراء مصلحتنا الذاتية على حساب الآخرين، وغالبا ما نخدعهم ونخدع أنفسنا في هذه العملية. هذا هو المسار الذي نمضي فيه الآن.

ولكن عندما يكون مصير أعز الأشياء على قلوبنا معرضا للخطر بشكل واضح، يجب علينا أن نتصرف. عبر كل تاريخ البشرية، كانت هناك لحظات نادرة نهضنا عندها لنسمو فوق ماضينا، ونرسم مسارا جديدا لحماية القيم الدفينة. في واحدة من هذه اللحظات الصعبة في التاريخ، قال إبراهام لينكون «الحَدَث تعلوه أكوام المصاعب، وعلينا أن ننهض إلى مستوى هذا الحَدَث. وبما أن حالتنا جديدة، فإننا يجب علينا أن نفكر من جديد، ونتصرف من جديد. يجب أن نحرر أنفسنا من العبودية، ومن ثم نقوم بإنقاذ وطننا»[396].

هذه المرة، عالمنا على المحك. ليس الكوكب وحده؛ لأنه، بطبيعة الحال، سينجو بنفسه بمهارة من دون الحضارة البشرية، وإن يكن (ولو) في حالة متغيِّرة. بالأحرى، ما هو على المحك هو مجموعة الظروف البيئية وسلامة النظُم الطبيعية التي تعتمد عليها حضارتنا. والحقيقة أن هذه الأزمة هي أزمة عالمية في طبيعتها تشكل جزءا من التحدي الفريد من نوعه الذي نواجهه.

لم يكن مستقبل الحضارة العالمية برمتها في خطر على مدى كل تاريخ البشرية إلا مرتين فقط. المرة الأولى، في فجر مرحلة الإنسان العاقل على الأرض قبل 100 ألف سنة، إذ يعلمنا علماء الأنثروبولوجيا أن أعدادنا تناقصت إلى أقل من 10 آلاف نسمة[397]، وبرغم ذلك كانت لنا الغَلَبة بشكل أو بآخر. والمرة الثانية كانت عندما اقترب كل من الاتحاد السوفييتي السابق والولايات المتحدة من إطلاق العنان لترساناتهما النووية الضخمة، كل منهما ضد الآخر، وقتل مئات الملايين من البشر، والمخاطرة بشتاء نووي يحتمل أن تكون عواقبه مروِّعة. ومرة أخرى، كانت لنا الغَلَبة بشكل أو بآخر.

هذه المرة، الخطر على مستقبلنا لن يأتي، في غضون دقائق، بشرارات ساطعة وأصوات تصم الآذان. الخطر سيكون طويل الأمد، والأجيال التي ستأتي لاحقا ستعيش حياتها كلها وهي تدرك الحقيقة المؤلمة بأنه في يوم من الأيام استقبلت

الأرض البــشر بصدر رحب. وقد حافظت علينا وغذّتنا بنســائم عليلة وطعام وفير وماء. كما أنها ألهمتنا وأعادت إلينا الحياة من جديد بجمالها المهيب.

عندما تتلاشى ذكريات تلك الأرض، ســتظل الحكاية تُروى: في العقود الأولى من القرن الحــادي والعشرين، جيل مَنَحَه من جاء قبله أعظــم ازدهار وأكثر التقنيات التي عرفتها الأرض تقدما، لم يكن وفيا مع المستقبل. فلم يفكر أفراده إلا في أنفسهم واســتمتعوا بالهِبَة التي تلقوها، ولكنهم لم يأبهوا لمن سيأتي بعدهم. هل سيغفرون لنا؟ أم أنهم سيلعنوننا مع كل جيل قادم وهو يلفظ أنفاسه الأخيرة؟

من ناحية أخرى، إذا وجدنا بالفعل وسيلة للنهوض إلى مستوى هذا الحدث، وســيكون لدينا الامتياز النادر بمواجهة التحدي الذي يتطلب بذل أفضل ما لدينا للتغلب عليه. ولدينا الأدوات التي نحتاج إليها لتحقيق ذلك. بعض هذه الأدوات يحتاج إلى الإصلاح من دون شــك. وبعضها الآخر يحتاج إلى تحســين وتطوير إلى حــد الكمال لمواجهة المهمــة التي تنتظرنا. كل ما ينقصنا هــو الإرادة للانتصار، ولكن الإرادة السياســية يمكن إحياؤها من جديــد، وتعزيزها بالاعتراف بحقيقة ظروفنــا وقبــول التزامنــا تجــاه حمايــة مســتقبل الجيل القادم وكل الأجيال التي ستليه.

ما نحن في أشد الحاجة إليه هو تحوُّل في طريقة تفكيرنا، ورفض الأوهام السامة التي يُروِّج لها بشــكل دؤوب معارضو اتخاذ الإجراءات ويعززونها بشــكل مستمر، وهم بشــكل أساسي الشركات الكبيرة الملوِّثة بالكربون وحلفاؤها. في بعض النواحي، ســيجري خوض هذا النضال لإنقاذ المســتقبل، في مباراة بين شركــة الأرض والعقل العالمي. الربط بين الشــعوب في جميع أنحاء العالم عن طريق الإنترنت خلق إمكان القيام بجهد عالمي لم يسبق له مثيل للتواصل بوضوح فيما بيننا حول التحدي الذي يواجهنا الآن والحلول المتوافرة في الوقت الراهن.

من ناحية أخرى، فإن زيادة الروابط بين الشركات التجارية والصناعية في جميع أنحــاء العالم ولَّــدت زخما تجاريا قويــا يتمتع بمقاومة شــديدة لأي جهد تقوم به الحكومات لكبح جماح أهوائها الهدَّامة. شركة الأرض هي الآن مصدر التأثير المهيمن على الحكومات. لحسن الحظ، هناك العديد من الأمثلة الرائعة حول ظهور الضمير العالمي على شبكة الإنترنت الذي مارس ضغوطا جبّارة لتصحيح الممارسات المجحفة

والإخفاقات الأخلاقية مثل عمالة الأطفال، وظروف العمل القاسية، والحبس الكيديّ، والممارسات الجنسية، والعبودية، واضطهاد الأقليات الضعيفة، وتدمير البيئة، ضمن مجموعة أخرى من الأسباب.

في بعض البلدان، أسـهمت هذه القدرة الناشئة الجديدة لتنمية ضمير جماعي عالمـي أيضا، إلى حد كبير، في السياسـات الرامية إلى حل أزمـة المناخ. عدد القواعد الشـعبية، والمنظمات غير الحكومية على شـبكة الإنترنت المكرّسـة لحماية النظام الإيكولوجي للأرض في ازدياد مسـتمر. السـؤال المتبقي الحاسـم لمسـتقبلنا الذي سيُطرح مع مرور الوقت هو: ما إذا كانت القوة المطلوبة للحقيقة اللازمة لإحداث نقلة في الوعي تتمتع بقوة كافية لإحداث تغيير في المسار الحالي للحضارة.

7

الخاتمة

«غالبا ما تتقدم أشباح الأحداث الكبيرة بخطى أسرع لتصل قبل تلك الأحداث، وفي اليوم يمشي الغد بالفعل».

صموئيل تيلور كولريدج

«تتطلب الرأسمالية قبول عدم المساواة، بالطبع، ولكن المستويات «المفرطة» من عدم المساواة - كالتي تُنتَج الآن - تُعَد هدامة لكل من الرأسمالية والديموقراطية»

الرحلة الشخصية التي قمتُ بها في تأليف هذا الكتاب بدأت بذلك السؤال الوحيد الذي تطلّب جوابا أكثر عمقا من الجواب الذي قدمته في البداية. وقد قادني البحث عن إجابة أفضل إلى أسئلة جديدة تتطلب إجابات أيضا، وخصوصا من القادة السياسيين والمدنيين ورجال الدين ورجال الأعمال في جميع أنحاء العالم.

وخير ما نستهل به نقاشنا هو أن نسأل من نحن؟ الجواب المبدئي، مرة أخرى، متوافر بسهولة: نحن البشر العاقلون.. «الكائنات التي تَعْلم».. المشتبه بهم المعهودون.. نحن من قمنا بالفعل برحلة طويلة جدا - من الغابات إلى

السهول العشبية (السافانا) إلى المزارع ومن ثم إلى المدن الكبرى؛ ومن شخصين إلى آلاف وملايين ومليارات البشر؛ ومن الحجارة إلى المحاريث إلى خطوط التجميع؛ ومن ثم إلى الروبوتات النانوية؛ ومن المقاطع إلى الموسوعات إلى موجات الأثير إلى العقل العالمي؛ من الأسر إلى العشائر إلى المجتمعات المحلية ومن ثم إلى الدول.

لكن هذا هو الطريق الذي سلكناه. والمحطة التالية التي ستقودنا إليها هذه الرحلة ستعتمد على أي نوع من الكائنات سنختار أن نكون. بعبارة أخرى، قرارنا حول الطريقة التي سنختارها للعيش سيحدد ما إذا كانت الرحلة ستقودنا أم إننا سنقود الرحلة.

تيارات التغيير قوية إلى درجة أن البعض قد وصل إلى نهاية المطاف وتوقف عن الإبحار والترحال، وقرر أنه من الأفضل الاستسلام، والاستمتاع بالرحلة، وتوقع الأفضل - حتى وإن كانت تلك التيارات تجرفنا معها بسرعة متزايدة نحو الشلالات التي تنتظرنا وهي تزأر بصوت يصم الآذان إلى درجة لا نكاد نسمع بها أنفسنا ونحن نفكر.

فقد كانوا يصرخون بأعلى صوتهم فوق الصخب «شلالات؟». «أي شلالات؟ لا تكن سخيفا؛ لا توجد أي شلالات. فكل شيء على ما يرام!» هناك غضب في الصراخ، وبعض الذين يرهبهم الغضب يتعلمون ألا يذكروا الموضوع الذي يثيره على الإطلاق. فالصراخ يدفعهم إلى التزام الصمت، وتجنب أي ذكر للموضوع المحظور.

في الوقت الراهن على الأقل، هذا هو الأسلوب الذي ينتهجه بعض العاملين في وسائل الإعلام الإخبارية. فهم يرتعبون من مجرد نطق كلمات معيَّنة - مثل «المناخ»، على سبيل المثال - خشية أن يثير ذلك غضب أولئك الذين لا يريدون أن يسمعوا عن التغييرات الهدَّامة التي بدأت تكتسب زخما. والنتيجة هي ما يشبه الصمت المَرَضيّ بشأن أهم التحديات التي نواجهها، وتجاهل جماعي خطير للعواقب المستقبلية لأعمالنا الحالية. ولكن في نهاية المطاف، لا يمثل هذا ما نحن عليه حقا.

ينبغي على أي شخص يقضي وقتا في التفكير في احتمالات تحقيق مستقبل أفضل، أن يضع افتراضا أولا حول الطبيعة البشرية. المثاليون الذين يريدون ويأملون ما هو الأفضل يخطئون في بعض الأحيان عندما يفكرون في أن جوهر الطبيعة البشرية يمكن أن يتغير، وسوف يتحسن وفقا لآمالهم. أما الساخرون المتشائمون فيجدون متعة في تصيُّد ذاك الخطأ ويشيرون إلى أن الطبيعة البشرية لا تتغير أبدا.

طريقتي الخاصة في التفكير في الطبيعة البشرية ليست مثالية ولا ساخرة. فأنا أعتقد أن هناك فرقا بين جوهر الطبيعة البشرية - التي أوافق على أنها لا تتغير، وجوانب الطبيعة البشرية التي نعبّر عنها بشكل روتيني، والتي يمكن أن تتغير وهي تتغير بالفعل. اللوحة المرسومة في كهف شوفيه في فرنسا والبالغ عمرها 35 ألف سنة، والتماثيل[1] التي صنعها أجدادنا القدماء في أوراسيا وأفريقيا، تنم بوضوح عن وعي وحساسية لا يختلفان كثيرا - وربما لا يختلفان في جوهرهما على الإطلاق - عن وعينا وحساسيتنا. ولكن بطرق أخرى، نحن مختلفون جدا في الواقع.

نحن جميعا أفراد مستقلون، ولكن حسب جميع التعاليم الدينية الرئيسة، نحن جميعا مرتبطون بعضنا مع بعض. ووفقاً للتعاليم العلمية فإن الطبيعة البشرية هي في الأصل اجتماعية. المجموعات الاجتماعية التي ننتمي إليها تمتلك شكلا من التطور خاصا بها. بعض السلوكيات والأعراف تبقى قائمة من جيل إلى جيل، فيما يُردَع بعضها الآخر. العادات والتقاليد تصبح طقوسا وقواعد تتطور مع مرور الوقت إلى ثقافات، ونُظُم اجتماعية، وقوانين ومؤسسات، وتمارس تأثيرا عميقا على جوانب الطبيعة البشرية التي نعبِّر عنها.

فكِّر في ما تعلمناه عن الجينوم البشري: على الرغم من أن 99.9 في المائة منها متطابقة عند كل إنسان[2]، فإن عدد الجينات الذي يبلغ 23 ألفا[3] - وملايين البروتينات[4] - تحتوي على عالم من الاحتمالات. بعض الجينات واضحة وجلية بينما لايزال بعضها الآخر غير مكتمل، لا وظيفيا. في بعض الأحيان، القدرات التي نشأت في الماضي السحيق تصحو من جديد لأغراض جديدة عندما تتغيَّر ظروفنا. تأمَّل أيضا فيما تعلمه علماء الأعصاب حول دماغ الإنسان: تنمو أشجار الخلايا العصبية بكثافة وحيوية عندما تُسْتَخدم؛ فيما تضمر تلك التي لا تُستخدَم.

يعتقد البعض منذ فترة طويلة أن أهم إستراتيجية لتمكين «الملائكة الأفضل في طبيعتنا» هي التعليم. وفيما أتفق بالتأكيد على أن التعليم العالمي ذا الجودة العالية أمر ليس مرغوبا فيه فحسب، بل أساسي، غير أنه ليس كافيا. بعض أسوأ الفظائع التي سُجِّلت في التاريخ البشري نظمها وارتكبها الأشرار المتعلمون تعليما جيدا.

الجهل وسوء الفهم هما بالتأكيد عدوا التقدم الحقيقي، تماما مثلما أن المعرفة، والنزاهة، والشخصية أمور حاسمة لتحقيق نجاحنا. ولكن تطور سلوكياتنا الجماعية،

وظهور فهم حقيقي لمدى تشـابك أقدارنا المترابطة مع سلامة النظام البيئي للأرض، سـيتوقف على الخيارات التي نتخذها حول بنية الأنظمة التي نستخدمها. الطريقة التي نقيس بها ما نقوم به ونتائج أعمالنا، والطريقة التي نتواصل بها معا، والحوافز والـروادع التي نبنيها في أنظمة حياتنا السياسـية والاقتصادية والاجتماعية جميعها لها تأثير قوي على المستقبل.

السـلوكيات التـي تجلب المكافآت تصبح أكثر شـيوعا. تلـك المكافآت التي لا تتناقص. عناصر طبيعتنا التي يجري تفعيلها بواسـطة السلوكيات المجزية تكتسب القوة. الفئات الاجتماعية تؤسـس قيما تعكس كلا من السـلوكيات التي يرغبون في مكافأتهـا وتلك التي يرغبون في ردعها. هذه القيم تصبح جزءا لا يتجزأ من القبائل، والمجتمعات، والأمم، والنظم الاقتصادية، والمؤسسات، والثقافات.

أعـود مرة أخرى إلى ذكر المثال الذي ألهمني وألهم الناس في جميع أنحاء العالم لأكـثر من قرنين مـن الزمان: نبَعت العبقرية الثابتة لدسـتور الولايات المتحدة من النظـرة الثاقبة لكاتبيه والفهم الدقيق للطبيعـة البشرية - علما أنها كانت تقتصر عـلى الذكور البيـض - وتصميمهم الضمانـات الهيكلية التي كانـت رادعة لدوافع البحث عن السـلطة الأنانيـة والحوافز التي كانت تكافـئ الدوافع لحل الخلافات بينهـم من خلال التفكير العقلاني الجماعي الذي رفع إلى أقصى درجة من احتمالات التسويات الخلاقة المبنية على السعي إلى تحقيق المصلحة العامة.

الفصل بين السلطات والضوابط والزواجر المحبوكة ضمن نسيج تصميم الدستور جسَّـد فهما متطورا لكيفية ردع بعض السـلوكيات المتأصلـة في الطبيعة البشرية، وتشجيع السلوكيات الإيجابية بدلا من ذلك. وقد حاول البعض الآخر هيكلة النظم الاقتصاديـة بحوافز تطلق العنان للإبداع والديناميكية، وتشـجع السـلوكيات التي تحمل قيمة، وتردع السلوكيات الأخرى الهدَّامة للمصلحة العامة.

مـع مرور الوقت، بدأنا نـدرك أن طريقتنا في قياس القيمـة الاقتصادية تُمارس أيضا نوعا من القوة التطورية على السـلوك، وأن الأشياء التي لا تُقاس على الإطلاق يجري تجاهلها كأنها لا قيمة لها، سواء كانت إيجابية أو سلبية. عندما نغير مقاييس القيمة، وطبيعة الحوافز، وهيكل النظم التي نسـتخدمها لصنع القرارات السياسية والاقتصادية، والاجتماعية، نشـجع بشكل محتوم التعبير عن بعض جوانب الطبيعة

البشرية وردع جوانب أخرى. في حين أن جوهر الطبيعة البشرية قد لا يتغيَّر، فإن التعبير عن الطبيعة البشرية - جوانب طبيعتنا التي تتجلى في سلوكياتنا وخياراتنا - يمكن أن يتغير بسهولة، ويقوم بذلك فعلا استجابة للحوافز التي نقيمها كأساس للحضارة. وهي تصوغ مستقبلنا.

إذا أشرنا إلى الأعمال التجارية، على سبيل المثال، بأن التلوث غير المحدود لن يكبدها أي تكلفة أو عقوبة، فلا فائدة ترتجى عندها من إدانتها بعدم الأخلاقية عندما تستجيب على نحو متوقع للحوافز التي نمنحها إياها. عندما نشير إلى رجال السياسة عندنا أن الفوز في الانتخابات يمكن ضمانه بشكل أفضل من خلال تمضية معظم أوقاتهم في طلب مبالغ طائلة من الأموال من الناس والشركات التي لديها أجندات خاصة لصياغة السياسات العامة بعد الانتخابات، نكون بذلك نحفِّز السياسيين على التعبير في سلوكهم عن الجوانب السلبية للطبيعة البشرية المألوفة بالنسبة إلينا جميعا - لأنها جوهرية لدينا جميعنا - حتى إن معظمنا يكبحها ويفهم بشكل تام لماذا ينبغي علينا أن نردع الرشوة السهلة وخيانة الأمانة العامة التي من المتوقع أن تنجم عنها.

تنشأ مشاكل أكثر خطورة عندما يتمكن أولئك الذين يستفيدون من هذه الحوافز المشوهة والقواعد المُختلة من كسب سلطة سياسية كافية لمنع الإصلاحات التي من شأنها أن تشجِّع جوانب الطبيعة البشرية التي نريد أن نراها تتجلى في صنع القرارات السياسية والاقتصادية.

يمكن للفترات الطويلة من الاستقرار، التي من الطبيعي أن يفضِّلها معظمنا، أن تعزز تعرُّض أي نظام سياسي أو اقتصادي للاستغلال من قبل أولئك الذين تعلموا تشويه قواعده وحوافزه. قبل عقود مضت، نَشَر الاقتصادي السياسي الراحل من جامعة ماريلاند مانكور أولسون تحليلا مستفيضا حول كيفية تجميع النُّخَب في أي مجتمع لحصة ضخمة من الثروة والنفوذ باستمرار، ومن ثم استخدامها لمنع إصلاحات الحوافز والقواعد التي تعمل لمصلحتها[5].

فكِّر في تعرُّض الغلال الأحادية المحصول للتطور المستمر للآفات التي تعلمت إبطال الدفاعات الطبيعية للنباتات كي تأكل طعامها. فكِّر في تعرض أنظمة الكمبيوتر للقراصنة عندما تبقى كلمات السر وغيرها من وسائل الحماية من دون تغيير لفترة طويلة من الزمن. جوهر طبيعة الآفات لا يتغير. أما سلوكياتها المكتسبة - وجيناتها الكاملة - فتتغير.

تعرضت كل من الديموقراطية والرأسمالية للقرصنة. والنتائج واضحة بشكل ملموس في السيطرة الخانقة للنُّخب على القرارات السياسية، والتفاوت المتزايد في الدخل والاكتناز المتنامي للثروة، والشلل الذي أصاب أي جهود للإصلاح. وقدرة الجماهير على التعبير عن اشمئزازها بطرق بنَّاءة أكثر، بدلا من الاستسلام للسخرية، مكبوحة بهيكل وسائلنا المهيمنة على التواصل الجماهيري، والتلفزيون، الذي يخدم بشكل أساسي مسألة تعزيز استهلاك المنتجات وترفيه الجمهور، مع عدم تقديم أي وسيلة للحوار التفاعلي واتخاذ القرارات التعاونية.

لحسن الحظ، تعطِّل صحوة العقل العالمي الأنماط الراسخة، وتخلق بذلك فرصا جديدة مثيرة لمراكز النفوذ الناشئة، التي لا تسيطر عليها النُّخب، ولإمكانية إجراء الإصلاحات في السلوكيات الراسخة المختلة وظيفيا. فضلا على ذلك، فإن ظهور شركة الأرض زاد من قوة ومدى محركاتنا الاقتصادية، حتى إن زادت من صعوبة الحوافز، وقياسات القيمة، وقواعد السلوك التي تكافئ الاستغلال غير المستدام للموارد المحدودة، وتدمير النظم الإيكولوجية الضرورية لبقاء الحضارة، والتدفقات غير المحدودة من التلوث، وتجاهل القيم الإنسانية والاجتماعية.

نتيجة الصراع من أجل صياغة مستقبل البشرية الذي يمر في مراحله الأولى الآن سوف يتحدد عبر المنافسة بين العقل العالمي وشركة الأرض. في مليون ساحة من ساحات المعارك، فإن إصلاح القواعد والحوافز في الأسواق، والنظم السياسية، والمؤسسات، والمجتمعات سوف ينجح أو يخفق استنادا إلى مدى سرعة الأفراد والجماعات الملتزمين بالمستقبل المستدام في كسب القوة الكافية، والمهارة، والتصميم عن طريق التواصل بعضهم مع بعض للتعبير عن آمالهم وأحلامهم وتحقيقها من أجل عالم أفضل.

فيما يلي نطرح أكثر الأسئلة أهمية التي يجب الإجابة عنها والمعارك التي يجب تحقيق الانتصار فيها:

هل يستطيع الأمريكيون إعادة تأسيس النظام السياسي والاقتصادي الذي يعمل بشكل سليم في الولايات المتحدة إلى درجة تمكنه مرة ثانية من توفير القيادة الحكيمة للمجتمع الدولي؟ ولربما يظهر بالفعل شكل بديل من القيادة العالمية في العقل العالمي، ولكن هذا الأمر غير مؤكد في الوقت الراهن، ومن المرجح أن يستغرق ذلك وقتا طويلا ليس في متناولنا.

من الممكن من الناحية النظرية، علما أن ذلك غير مرجح إلى حد كبير، أن تنهض إحدى الأمم الأخرى وترقى إلى مستوى هذا التحدي. ومن الممكن أيضا أن تقوم التغيرات التكتونية التي أعادت تنظيم التوازن في موازين القوى في العالم، وحوّلته من الغرب إلى الشرق وأعادت توزيعه في جميع أنحاء العالم، بتصعيب الأمر على الولايات المتحدة لكي توفر مرة أخرى قوة وجودة القيادة التي قدمتها خلال النصف الثاني من القرن العشرين. ففقدان العالم للثقة بالولايات المتحدة الأمريكية في أعقاب الأخطاء السياسية والعسكرية والاقتصادية الكارثية التي ارتكبت في المراحل الأولى من القرن الحادي والعشرين جعلت هذا التحول في السلطة يتسارع، ولكنه لم يكن السبب الجوهري وراء ذلك.

مع ذلك، فإن أفضل فرصة للنجاح في تشكيل مستقبل إيجابي وتجنب الكارثة هو إعادة تأسيس قدرة فائقة من أجل القيادة العالمية من قبل الولايات المتحدة. وبالنسبة إلى أولئك الذين يجدون صعوبة في تصديق أن عهد الديموقراطية الأمريكية يمكن استعادته، تذكروا أن العهد الذي قطعته أمريكا للعالم جرى إحياؤه في الماضي إبان بعض الأيام الحالكة جدا، فلقد ولدت ثورتها ميتة تقريبا. وكادت تمزق نفسها إلى قسمين خلال الحرب الأهلية. جرائم الاستبداد من بارونات اللصوصية فاقت التجاوزات المفرطة لجبابرة اليوم الطموحين. العوز خلال فترة الكساد الأعظم، والضربة المدمرة في ميناء بيرل في أثناء اجتياح هتلر أرجاء أوروبا، والمعركة القصيرة الفانية خلال أزمة الصواريخ الكوبية كانت جميعها متبوعة بإعادة إحياء الروح المعنوية الأمريكية وازدهار القيم في صميم الحلم الأميركي. فبالتأكيد يمكن لأمريكا أن تعيد تجديد ذاتها مرة أخرى، ويمكنها استعادة قدرتها على قيادة العالم من جديد.

هل سيتحقق ذلك؟ سيكون للإجابة عن هذا السؤال تأثير عميق على مستقبل الجنس البشري.

ما مدى السرعة التي يمكن أن تتكيف بها المؤسسات مع شبكة الإنترنت؟ على الرغم من أن إمكانية إعادة تأسيس صنع القرار القائم على المنطق من خلال عمليات تعاونية متمكنة بواسطة العقل العالمي هي شيء مثير وواعد، فإن المؤسسات الراسخة منذ زمن مشهورة بمقاومتها للتغيير. السرعة التي تمت بها عدم الوساطة في نماذج الأعمال والنماذج الجديدة التي ظهرت تدعو إلى التفاؤل.

لكـن الاهتمام والتركيز مُخفَّف على شـبكة الإنترنـت. فالمجموعة المتنوعة من التجارب المتوافرة، وانتشـار وسـائل الترفيـه في كل مكان، وصعوبـة تجميع كتلة حرجـة من أولئك الملتزمين بالتغيـير مجتمعة تزيد من تعقيد اسـتخدام الإنترنت كأداة للإصلاح المؤسـسي. بيد أن إضافة ثلاثة مليارات شـخص إلى الطبقة الوسطى العالميـة بحلـول منتصف هذا القرن، قد ترافقه مطالـب جديدة وأكثر إلحاحا من أجل الإصلاحات الديموقراطية من النوع الذي انبثق في الغالب مع نمو طبقة وسطى مزدهرة وتتمتع بتعليم جيد في العديد من الدول.

هل ستكون هناك إجراءات وقاية كافية وقيود مفروضة على حوافز الحكومات لاسـتخدام الإنترنت كوسيلة لجمع المعلومات عن الأفراد واستخدامها لإنشاء أشكال غير سـليمة من الرقابة المركزية؟ هل سـيؤدي دافع الدول للانخراط في الصراع إلى مزيد من الأشـكال الهدَّامة للحرب الإلكترونية والقومية التجارية؟ مع بروز شـدة التحديـات التي نواجهها بشـكل أكـثر وضوحا من أي وقت مـضى، يحدوني الأمل، وحتى الثقة، أنه سيكون هناك عدد كاف من الأفراد والجماعات الملتزمين والمهتمين الذين سـينضمون معا في الوقت المناسـب وينظمون أنفسـهم بشـكل خلاق لكي يشكِّلوا قوة من أجل الإصلاح.

هل ستسـتمر القـوة الاقتصادية الماحقة للصـين، وإذا كان الأمـر كذلك فهل سـيتغلب التزامها الناشـئ في حماية البيئـة على أولوياتها التجارية؟ هل سـيؤدي نجاحها في رفع مسـتويات المعيشـة وتقليص معدلات الفقر إلى إصلاحات سياسية تُنتج تحولا نحو الحكم الديموقراطي؟

هل سـينجم عن الإحلال التدريجـي للآلات الذكية مـكان العمالة البشرية زيادة في البطالة الهيكلية، أم إننا سنجد السبل لخلق فرص عمل جديدة ونعوِّض بشكل مناسب أولئك الذين سيشـغلون هذه الوظائف؟ هناك الكثير من العمل الـذي يتعـين القيام به، بيـد أن هيمنة الـشركات وتجاوز عالم الأسـواق لمجال الديموقراطية أثر سـلبا في المبـادرة والإرادة اللازمة لهيكلة فرص عمل جديدة في خلق المنافع العامـة في مجالات مثل التعليم والمعالجة البيئية، والصحة والصحة العقلية، وخدمـات الأسرة، وبناء المجتمع، والعديد مـن التحديات الأخرى التي يجب مواجهتها.

هل سيرافق الإمكانات الناشئة لتغيير نسيج الحياة والتصميم الوراثي للكائنات البشرية ظهور ما يكفي من الحكمة لاتخاذ القرارات بعيدة المدى التي سوف تواجهنا قريبا، أم إن هذه التكنولوجيات ستكون مشتتة على نطاق واسع من دون اعتبار ملائم للطيف الكامل من العواقب التي يمكن أن تترتب عليها؟

هل ستنجو التعاقدات الاجتماعية في الدول المتقدمة من الآثار الآنية للتغيرات الديموغرافية التي تضع أعباء أثقل للفرد الواحد على أولئك المندرجين ضمن القوى العاملة حتى مع خسارة الوظائف والمداخيل لمزيج الاستعانة بالروبوتات والعمالة الخارجية؟ هل ستُخلق نماذج جديدة لإعادة دعم الدخل والرعاية الصحية إلى المجاميع السكانية المتنامية من كبار السن ليحل محل نموذج القرن العشرين؟

هل سيدعم المجتمع الدولي بشكل مناسب إدارة النسل في البلدان النامية التي لديها معدلات نمو سكاني مرتفعة، ويستمر في تمكين المرأة، وتحسين معدلات نجاة الأطفال؟ الإجابة عن هذه الأسئلة ستحدد مستوى سكان العالم ودرجة الإجهاد الذي تفرضه الإنسانية على النظم الطبيعية لكوكب الأرض، هل ستُدرك المحنة الفريدة التي تمر بها قارة أفريقيا وتعالَج بالشكل المناسب؟

هل سنقدم حوافز لإزالة الكربون بسرعة من الاقتصاد العالمي وخفض تلوث الاحترار العالمي بشكل حاد في الوقت المناسب لتحقيق الاستقرار ومن ثم الحد من تلوث الاحترار العالمي الذي يشكل خطرا يهدد بشكل كبير استقرار المناخ الذي يعتمد عليه ازدهار حضارتنا؟

هذه أسئلة صعبة وتنطوي على خيارات صعبة. الحضارة البشرية - وفي الواقع، الأجناس البشرية - هي بالفعل في المراحل الأولى للتغيرات الستة الناشئة الموصوفة في هذا الكتاب. هذه التغيرات تمر بطور تحويل كوكبنا، وحضارتنا، والنمط الذي نعمل ونعيش به. بعضها يحط من مرتبة الحكم الذاتي، ونسيج الحياة، والأنواع التي نتقاسم معها الأرض، والطبيعة المادية والعقلية والروحية للبشرية.

إن درجة تعقيد هذه التغييرات، والسرعة غير المسبوقة التي تحدث بها، وتزامنها في آن واحد والحقيقة أنها يتقارب بعضها مع بعض لتلتقي في نقطة واحدة، أسهمت جميعها في أزمة الثقة في قدرتنا كحضارة على التفكير بوضوح حول المصير الذي ستأخذنا إليه هذه التغييرات وبدرجة أقلّ بكثير حول تغيير مسارها أو إبطاء زخمها.

لكن إذا واجهنا هذه الخيارات بشجاعة، فإن الإجابات الصحيحة ستكون واضحة جدا. وهي مثيرة للجدل بالتأكيد. واتخاذ الخيارات الصحيحة سيكون عسيرا، ومع ذلك ينبغي علينا اتخاذها، وعلى عجل. أما إذا كنا سنقرر عدم استعادة السيطرة على مصيرنا، فستصبح بقية رحلتنا صعبة للغاية في واقع الأمر.

تيارات التغيير هذه قوية، وهي تجرفنا بالفعل نحو مستقبل مختلف جدا عما عرفناه من قبل. فما يتعين علينا فعله - في سياق هذه الاستعارة - هو أمر بسيط على نحو مخادع: قيادة الدَّفة! وهذا يعني إصلاح العيوب والتشوهات السائدة في الرأسمالية والحكم الذاتي. وتعني السيطرة على الفساد المستشري للمال في السياسة، وكسر القاعدة الخانقة للمصالح الخاصة، واستعادة سلامة عمل عملية اتخاذ القرار الجماعي في الديموقراطية التمثيلية لتعزيز المصلحة العامة. وتعني إصلاح الأسواق وجعل الرأسمالية مستدامة عن طريق مواءمة الحوافز مع مصلحتنا الطويلة الأجل. وتعني، على سبيل المثال، فرض ضرائب على تلوث الكربون وتخفيض الضرائب على العمل - وزيادة الإيرادات مما نحرقه، وليس مما نكسبه.

قبل أكثر من 1800 سنة، كتب آخر «الأباطرة الخمسة الصالحين» لروما ماركوس أوريليوس أنطونيوس: «لا تدع المستقبل يقلقك على الإطلاق. سوف تواجهه، إذا تعين عليك ذلك، بذات أسلحة العقل التي تسلّحك اليوم ضد الحاضر»(6). لاتزال نصيحته سديدة، علما أنه بعد انقضاء فترة حكمه بقليل بدأت الإمبراطورية الرومانية عملية طويلة من الانهيار تُوجت بالإطاحة بها لاحقا بعد 300 سنة.

فماذا نفعل الآن؟

تسليح أنفسنا بـ «أسلحة العقل» أمر ضروري ولكنه غير كاف. ظهور العقل العالمي يقدم لنا فرصة لتعزيز عملية صنع القرار القائمة على العقل، ولكن النُظم الاقتصادية والسياسية التي ننفذ ضمنها حتى أكثر القرارات حكمة هي بحاجة ماسة إلى الإصلاح. لقد تراجعت الثقة بكل من رأسمالية السوق والديموقراطية التمثيلية لأنه من الواضح أن كلتيهما بحاجة إلى الإصلاح على حد سواء. إن إصلاح هاتين الأداتين الكبيرتين يجب أن يحتل المرتبة الأولى في سلم الأولويات على أجندة كل من يود المساعدة في تشكيل مستقبل البشرية.

وينبغي أن تكون الأولوية الأولى بالنسبة إلينا هي استعادة قدرتنا على التواصل بوضوح وصراحة بعضنا مع بعض في منتدى عام سهل المنال حول الخيارات الصعبة التي يتعين علينا اتخاذها. وهذا يعني بناء «ساحات عامة» حيوية ومفتوحة على شبكة الإنترنت لمناقشة أنجع الحلول للتحديات الناشئة وأفضل الإستراتيجيات لاغتنام الفرص. ويعني أيضا حماية المنتدى العام من هيمنة النُّخب والمصالح الخاصة التي لديها أجندات تتعارض مع المصلحة العامة.

من المهم بصفة خاصة تسريع عملية انتقال المؤسسات الديموقراطية إلى شبكة الإنترنت. المجال المفتوح أمام الأفراد للمنتدى العام القائم على الطباعة التي كانت مهيمنة في السابق عزز انتشار الديموقراطية ورفع عاليا دور العقل والخطاب العام المبني على الحقيقة. ولكن التحول الهائل في الثلث الأخير من القرن العشرين من الطباعة إلى التلفزيون كوسيط أولي للاتصال أخمد الخطاب الديموقراطي، وأعطى مجالا مفضلا لأولئك الذين يمتلكون الثروة والسلطة. وقد حجب هذا التحول دور العقل، وبَخَسَ أهمية عمليات البحث الجماعي عن أفضل الأدلة المتاحة، ورفع عاليا من الدور الذي يمارسه المال في السياسة - وخصوصا في الولايات المتحدة - مما شوَّه بالتالي عملية بحثنا عن الحقيقة وحطَّ من قدر مقدرتنا على التفكير معا.

وينطبق الشيء نفسه على وسائل الإعلام الإخبارية. فوسيلة التلفزيون ذات الاتجاه الواحد، التي يهيمن عليها أصحاب الإعلانات التجارية والتي تحكمها التكتلات، تعمل على خنق التدفق الحر للأفكار الضرورية لعملية تقرير المصير الحقيقية. في العام 2012، على سبيل المثال، لم يكن الأمر يخلو من الغرابة عندما قامت الولايات المتحدة بإجراء الانتخابات الرئاسية كل أربع سنوات في خضم الكوارث الملحمية المرتبطة بالمناخ - بما في ذلك الجفاف على نطاق واسع الذي أصاب أكثر من 65 في المائة من مساحة البلاد، والحرائق التاريخية التي اجتاحت أنحاء الغرب، والإعصار الملحمي الهجين الشمالي الشرقي الذي أغلق مساحات شاسعة من مدينة نيويورك للمرة الثانية في غضون عامين - مع عدم طرح أي سؤال وحيد عن أزمة المناخ من أي وسيلة من وسائل الإعلام الإخبارية في أي من المناظرات التي كانت تجرى أثناء الحملة الانتخابية.

عـدم الوضوح الـذي يحركه تحقيق الربح للخط الفاصل بـين الترفيه والأخبار، والنفوذ المتزايد لـشركات الإعلانات التجارية الكبيرة على محتوى البرامج الإخبارية، والتشـويه الساخر لسرد الأخبار عن طريق الناشـطين السياسيين الذين يتظاهرون بأنهـم المديـرون التنفيذيـون لدوائر الأخبـار جمعيها تنتقص من قدرة السـلطة الرابعـة على المحافظة على نزاهتها وأحكامها المسـتقلة لتؤدي دورها الجوهري في الديموقراطية على أكمل وجه.

تُوفّـر الإنترنت فرصـة مُرحّبا بها لعكس هذا التراجـع في الديموقراطية وإعادة تأسـيس قاعدة للحكم الذاتي السـليم مرة أخرى. على الرغم من أنه لا يوجد حتى الآن أي نموذج تجاري قياسي يُنتج ربحا كافيا لدعم الصحافة التحقيقية ذات الجودة العالية على شـبكة الإنترنت، فإن توسيع النطاق الترددي (Bandwidth) لاستيعاب مزيد مـن أفلام الفيديو ذات الجـودة العالية على الإنترنت قـد يوفر قريبا نماذج تجارية ذات ربحيّة. فضلا على أن استخدام النماذج الهجينة العامة/ والخاصة لدعم التميُّز في مجال الصحافة المعتمدة على شـبكة الإنترنت ينبغي متابعته بقوة.يجب معالجة مسـألتي فقدان الخصوصيـة وأمن البيانات على شـبكة الإنترنت بسرعة. «الاقتصاد المُلاحِق» (stalker economy) الناشئ، الذي يعتمد على تجميع ملفات رقمية كبيرة عن الأفراد الذين يشاركون في التجارة الإلكترونية، هو اقتصاد استغلالي وغـير مقبول. وبالمثل، فإن الاحتمال المتزايد لسـوء اسـتخدام الحكومات للملفات الرقمية الأكبر حتى عن الحياة الشخصية للمواطنين - بما في ذلك اعتراض الاتصالات الخاصة الروتيني - يشكِّل تهديدا خطيرا للحرية ويجب أن يتوقف. أولئك المهتمون بمسألة جودة الحرية في العصر الرقمي يجب أن يجعلوا الحماية القانونية الجديدة للخصوصية إحدى أولوياتهم.

يجب اسـتغلال الأدوات الرقمية الجديدة التي تتيح بشكل متزايد الوصول إلى العقل العالمي في التنمية السريعة للأسـاليب الشخصية للرعاية الصحية، وما يجري تسميته الآن «الطب الدقيق»، وأدوات التتبع الذاتي لتخفيض التكلفة وزيادة كفاءة هذه الأسـاليب الشـخصية للطب، ينبغـي تطبيق ذات الدقـة الممكنة عن طريق الإنترنت على التنمية السريعة لـ «الاقتصاد الدائري»، الذي يتميز بمسـتويات أعلى بكثير من إعادة التدوير، وإعادة الاستخدام، والكفاءة في استخدام الطاقة والمواد.

الرأسمالية، كالديموقراطية، يجب إصلاحها. يجب أن تكون الأولوية بالنسبة إلى أولئك الذين يوافقون على أنه من الضروري جدا استعادة فائدة الرأسمالية كأداة لإعادة امتلاك السيطرة على مصيرنا هي الإصرار على إجراء قياسات دقيقة وكاملة وتامة للقيمة. ما يسمى بالعوامل الخارجية التي يجري تجاهلها في الوقت الراهن في المُحَاسبة التجارية القياسية يجب أن تُدمج بشكل كامل في حسابات السوق. على سبيل المثال، لم يعد مقبولا حقا أن نتظاهر بأن التيارات الكبيرة من التلوث الضار غير موجودة عندما يتعلق الأمر ببيانات الربح والخسارة.

تلوث الاحترار العالمي، على وجه الخصوص، يجب أن يكون له ثمن. فرض ضريبة على ثاني أكسيد الكربون CO_2 هو نقطة البداية. ويمكن إرجاع عائدات هذه الضريبة إلى دافعي الضرائب، أو ما يقابلها من تخفيضات متساوية في ضرائب أخرى، على سبيل المثال. وضع حد يتراجع بشكل مطرد على الانبعاثات والسماح بالمقايضة بحقوق الانبعاثات ضمن تلك الحدود هو البديل الذي يمكن أن ينجح أيضا. بالنسبة إلى تلك الدول القلقة من العواقب التنافسية للتصرف في غياب اتفاق عالمي، فإن قواعد منظمة التجارة العالمية تسمح بفرض تعديلات على الضرائب الحدودية على السلع من البلدان التي لا تفرض ضريبة على تلوث الكربون.

مبادئ الاستدامة - التي صُممت، قبل كل شيء، لضمان اتخاذنا الخيارات الذكية لتحسين ظروفنا في الوقت الحاضر من دون الحط من قيمة الآفاق المستقبلية - ينبغي أن تكون مندمجة بشكل تام ضمن الرأسمالية. الحوافز الموجودة في كل مكان والمبنية في صلب الرأسمالية - التي تجسد قوة الرأسمالية على إطلاق العنان لإبداع الإنسان وإنتاجيته - ينبغي أن تصمم بعناية لضمان تماشيها مع الأهداف التي يجري متابعتها. نُظم التعويض، على سبيل المثال، يجب أن تُدرس بعناية من قبل المستثمرين، والمديرين، ومجالس الإدارة، والمستهلكين، والجهات الرقابية، وجميع أصحاب المصلحة في كل مؤسسة - مهما كان حجمها.

ينبغي علينا إعادة تقييم اعتمادنا الحالي على الناتج المحلي الإجمالي (GDP) باعتباره البوصلة التي يمكننا من خلالها توجيه خيارات سياستنا الاقتصادية. يوجد خلل جذري في تصميم الناتج المحلي الإجمالي - ونظم المحاسبة التجارية المستمدة منه - ولا يمكن استخدامه بأمان كدليل لتوجيه قرارات السياسة الاقتصادية. على

سـبيل المثال، ينبغي أن تكون الموارد الطبيعية خاضعة للاهتلاك (Depreciation)، كـما ينبغي إدراج توزيع الدخل الشـخصي في تقييمنا لنجاح أو فشـل السياسـات الاقتصاديـة. تتطلب الرأسـمالية قبول عدم المسـاواة، بالطبع، ولكن المسـتويات «المفرطة» من عدم المسـاواة - كالتي تنتج الآن - تعد هدّامة لكل من الرأسـمالية والديموقراطية.

ينبغي أيضا إدراك قيمة المصالح العامة بشكل تام - وليس تشويهها ومهاجمتها بشكل ممنهج على أسس أيديولوجية. في عصر تقوم به الاستعانة بالروبوتات والعمالة الخارجية بشـكل ممنهج بالقضاء على فرص التوظيـف الخاصة بوتيرة سريعة، فإن اسـتعادة المستويات السـليمة للطلب الاقتصادي الكلّي تعتبر أمرا ضروريا لتحقيق النمو المسـتدام. إن خلق مزيد من المصالح العامة – في الرعاية الصحية، والتعليم، وحماية البيئة، على سـبيل المثال - هو إحدى السـبل لتوفير مزيد من فرص العمل والحفاظ على الحيوية الاقتصادية في عصر شركة الأرض.

يجب أن تعمل الاسـتدامة على توجيه إعادة تصميم الزراعة، والغابات، وصيد الأسـماك. الاستنزاف الأرعن للتربة السطحية، واحتياطيات المياه الجوفية، وإنتاجية غاباتنا ومحيطاتنا، والتنوع البيولوجي الوراثي يجب أن يتوقف وأن يُبطَل.

من أجل تحقيق الاستقرار في النمو السكاني، ينبغي علينا إعطاء الأولوية لتعليم الفتيات، وتمكين المرأة، وتوفير سبل وصول واسعة الانتشار إلى معرفة إدارة الخصوبة وتقنياتها، والرفع المسـتمر لمعدلات بقاء الأطفال. يتمتـع العالم اليوم بإجماع دائم حول فعالية هذه الإسـتراتيجيات الأربع – التي تستخدم مجتمعة - لإحداث تحوُّل إلى أسر أصغر حجما، ومعدلات وفيات منخفضة أكثر، ومعدلات ولادة متدنية أكثر، ومسـتويات مسـتقرة من التعداد السـكاني. يتعين على البلـدان الغنية دعم هذه الجهـود لخدمة مصلحتها الذاتية. ويجب أن تحظى أفريقيا برعاية خاصة بسـبب ارتفاع معدلات الخصوبة لديها وقاعدة موارد مهددة بالزوال.

هنـاك أيضا اثنتان مـن الحقائق الديموغرافية الأخـرى التي تتطلب وضعها في أولوية سـلم الاهتمامات: يجب أن يُنظر إلى التحضر المسـتمر لسـكان العالم على أنـه فرصة لدمج الاسـتدامة في صلب تصميـم وبناء المباني المنخفضـة في الكربون والطاقة، واستخدام فن العمارة المستدامة والتصميم لجعل المساحات الحضرية أكثر

كفاءة وإنتاجية، وإعادة تصميم أنظمة النقل الحضرية للتقليل من استخدام الطاقة وانبعاثات التلوث. والحقيقة الديموغرافية الثانية، هي أنه يجب النظر إلى تقدم السكان في السن في الاقتصادات المتقدمة - وفي بعض الأسواق الناشئة، كالصين، على أنه فرصة لإعادة تصميم الإستراتيجيات الصحية وبرامج دعم الدخل من أجل الأخذ في الحسبان المعدلات النسبية للإعالة العالية التي تهدد إمكان استخدام الضرائب المفروضة على الرواتب كمصدر رئيس للتمويل بالنسبة إلى هذه البرامج.

فيما يتعلق بالثورة في علوم الحياة، يجب علينا أن نعطي الأولوية لتطوير الإجراءات الوقائية ضد التعديلات الدائمة غير الحكيمة في تجمُّع الجينات البشرية. الآن وبعد أن أصبحنا العوامل الرئيسة للتطور، من الأهمية بمكان أن ندرك أن السعي وراء تحقيق الأهداف قصيرة الأمد عبر التعديلات البشرية يمكن ألا يتعارض بشكل خطير مع المصالح المثلى الطويلة الأجل للجنس البشري. ومع ذلك، فإننا لم نطور حتى الآن معايير مناسبة - أي كمية أقل من بروتوكولات صنع القرار - لاستخدامها في توجيه مثل هذه القرارات. ويتعين علينا القيام بذلك بسرعة.

وبالمثل، فإن هيمنة دافع الربح وسلطة الشركات في اتخاذ القرارات حول التعديل الوراثي للحيوانات والنباتات - وخصوصا تلك التي ينتهي بها المطاف في عرض المواد الغذائية - بدأت تخلق مخاطر غير محسوبة جيدا. ما هو مطلوب بإلحاح هو اتخاذ إجراءات منطقية لتحليل هذه المخاطر وفقا للمعايير التي تستند إلى حماية المصلحة العامة على المدى الطويل الأجل.

التقدم المستمر في التطور التكنولوجي سيجلب الكثير من النعَم، ولكن يجب الحفاظ على القيم الإنسانية عندما نقيّم عملية نَشْر واستخدام التكنولوجيات القوية الجديدة. تستدعي بعض أشكال التقدم الحذر والإشراف الدقيق: انتشار المواد النانوية، وأشكال الحياة الاصطناعية، وطائرات المراقبة من دون طيار هي أمثلة على التكنولوجيات الجديدة الشائعة التي تتمتع بمستقبل وإمكانات واعدة، ولكنها بحاجة إلى مراجعة وإجراءات وقاية.

هناك بالفعل العديد من الممارسات الرعناء التي يجب أن تتوقف على الفور: بيع الأسلحة الفتاكة لمجموعات في جميع أنحاء العالم، واستخدام المضادات الحيوية كمحرضات على نمو الثروة الحيوانية، والتنقيب عن النفط في المحيط المتجمد

الشمالي الهش، وهيمنة التداول في سوق الأسهم بواسطة أجهزة الكمبيوتر العملاقة مع خوارزميات محسّنة للسرعة العالية، وصفقات ذات تكرارية عالية تخلق تقلبات ومخاطر بإحداث خلل في السـوق، ومقترحات مجنونة تماما لحجب أشعة الشمس من الوصول إلى الأرض كإستراتيجية لتعويض حبس الحرارة بمستويات متصاعدة جدا مـن تلوث الاحترار العالمـي. كل هذه الأمور هي أمثلة من التفكير المشوّش والخطير. وينبغي أن ينظر إليها جميعها باعتبارها حالات اختبار لمعرفة ما إذا كانت لدينا الإرادة، والعزيمة، والقدرة على خلق مستقبل جدير بالأجيال المقبلة.

وأخيرا، فإن المجتمع الدولي بحاجة ماسة إلى القيادة التي تقوم على أعمق القيم الإنسـانية. على الرغم من أن هذا الكتاب موجّه للقراء في العالم بأسره، فالقصد من ورائه هو أن يحمل رسالة خاصة وعاجلة لمواطني الولايات المتحدة الأمريكية، التي تظل الدولة الوحيدة القادرة على توفير هذا النوع من القيادة العالمية المطلوبة.

لهذا السـبب، ولدواعي الفخر التي يجب أن يشـعر بهـا الأمريكيون بما تمثله الولايـات المتحدة للبشرية منـذ أكثر من قرنين من الزمان، مـن الأهمية بمكان أن نوقف انحطاط وتراجع التزام أمريكا بالمستقبل الذي يتم فيه صيانة كرامة الإنسان والاعتزاز بها، وحماية القيم الإنسانية وتطويرها. وبالنسبة إلى أولئك الذين يرغبون في التـصرف والعمل هنـاك أولويتان اثنتـان هما الحد من دور المال في السياسـة وإصـلاح القوانين التشريعية البالية والمُبْهمة التي تسـمح لأقلية صغيرة بأن توقف العمل التشريعي في مجلس الشيوخ الأمريكي.

وصلت الحضارة الإنسـانية إلى مَفْرق طرق على الدرب الذي سافرنا فيه منذ زمـن بعيد. ويجب علينا اختيار مسـار واحد من المسـارين. وكلاهما يقودنا إلى المجهول. ولكن أحد المسـارات يؤدي إلى تدمير تـوازن المناخ الذي نعتمد عليه، واسـتنزاف المـوارد التي تقوّينا والتي لا يمكن الاسـتغناء عنهـا، وانحطاط القيم الإنسـانية بشـكل فريد، واحتمال أن تصل الحضارة كما نعرفهـا إلى نهايتها. أما المسار الآخر فيقود إلى المستقبل.

شكر وتقدير

أدين بالامتنان لدعم وتشجيع وحب شريكتي، إليزابيث كيدل، في أثناء تأليف هذا الكتاب، لنصائحها عند القراءة والاستماع إلى المسودات المتعاقبة من كل فصل، ولأفكارها الملهمة التي قدمتها في فصل علوم الحياة. وشكر خاص أيضا لشقيق زوجتي، فرانك هنغر، لاستشاراته الحكيمة والدائمة وصداقته المديدة التي كانت في غاية الأهمية بالنسبة إلي طوال هذا المشروع؛ والشكر موصول أيضا إلى أسرتي بأكملها لتشجيعها ودعمها.

لم يكن هذا الكتاب ليرى النور لولا فريق البحث المتمكن جدا الذي عمل معي، براد هول وأليكس لامبال، اللذان كان تفانيهما واجتهادهما وإخلاصهما ومهارتهما أمرا استثنائيا

بكل المقاييس. أود أيضا أن أتقدم بالشـكر إلى عائلاتهـما لتفهمهم ودعمهم خلال ساعات العمل الطويلة التي كانت تمتد في كثير من الأحيان إلى عطلة نهاية الأسبوع وأيـام العطل التـي كانت جزءا مهما مـن الوقت الذي كنت أكرسـه لتأليف هذا الكتاب على مدى العامين الماضيين. فالشخصية التي يمتلكانها، وروح الدعابة لديهما، وقدرتهما على التحمل، وعزيمتهما كانت مثيرة للإعجاب والتقدير الكبيرين. بالنسبة إلى المرحلـة الأولى من البحث، قدَّم آدم آبلكوب أيضا مسـاعدة لا تقدر بثمن، وأنا أدين بالامتنان الخاص له لاستعداده لتأجيل دراسته لنيل شهادة الدكتوراه كي يكون جـزءا من هذا المشروع. بعد أن انتهى آدم من فترة تفرغه العلمي، بدأ دان مايرز، من طاقم العاملين معي في ناشـفيل، في العمل معي في كثير من الأحيان، وكان دائما ملتزما بتقديم أبحاث ممتازة.

وكـما كتبت في المقدمة، تعـود أصول هذا الكتاب إلى 8 سـنوات خلت عندما بدأت في التركيز على محركات التغيير العالمي وهَمَمتُ بجمع الأفكار والبحوث. وأنا أعتبر أن المخطط التمهيدي التفصيلي هو في الأسـاس رحلة استكشافية شخصية في غياهب سـؤال مُلح بشكل استثنائي، وكان من دواعي سروري أن تكون لهذا السؤال أيضـا قيمة عملية كمدخل إلى خارطة الطريق الاسـتثمارية التـي قمنا أنا وشركائي باسـتخدامها في شركة إدارة اسـتثمار الجيل لإطلاق مبادرة جديدة في «الاسـتثمار المسـتدام». إنني أدين بالامتنان بصفة خاصة إلى المؤسـس المشـارك معي في شركة الجيل، ديفيد بلود، وجميع شركائي الآخرين في شركة الجيل للنقاشـات المثمرة التي أثرناها عبر السنين والتي أثْرَت عملية فهمي للعديد من هذه القضايا.

مع اسـتمراري في تحسـين المخطط التمهيدي، بدأت أفكـر في أنه قد يكون ذا قيمـة لعدد أكبر من الجماهير، ولكننـي لم أبدأ في كتابة هذا الكتاب بالفعل إلى أن قرر جون ميتشـام الانضمام إلى مؤسسة راندوم هاوس كمدير للتحرير. عند قراءتي للخبر، اتصلت بوكيل أعمالي، أندرو وايلي (الذي أعرب له هنا أيضا عن جزيل امتناني مرة أخرى)، وأخبرته عن سبب اعتقادي أن جون سيكون المحرر المثالي لهذا الكتاب. وتقابلنا ثلاثتنا في نيويورك لمناقشـة هذه الفكرة، وبعد أسبوع أُطلق المشروع. عند انتهاء الكتاب، يمكنني القول ومن دون مبالغة إنه لم يكن ممكنا بالنسبة إليّ كتابته مـن دون جون، الـذي أصبح صديقا حميـما وجارا في ناشـفيل. حكمته وبصيرته،

وتوجيهه كانت من دون ريب استثنائية حقا. والشكر موصول أيضا إلى كل من جينا سينتريللو، وسوزان كامل، وتوم بيري، وبيك ستيفان، وبن شتاينبرغ، ولندن كينغ، وسالي مارفن، وستيف ميسينا، وبنجامين دراير، وإريكا غريبر، ودينيس أمبروز، وكامل فريق التحرير، والإنتاج، والتسويق في مؤسسة راندوم هاوس.

قام غراهام أليسون، صديقي الحميم ومستشاري على مدى خمسة وأربعين عاما، بتنظيم زيارة تفقديّة لمدة يومين في مركز بلفور من كلية جون كنيدي للدراسات الحكومية في هارفارد بعد المرحلة الأولى من الأبحاث قبل عامين. وأنا ممتن للغاية إلى غراهام ومجموعة استثنائية من المفكرين الآخرين الذين منحونا وقتهم بسخاء (وفي كثير من الحالات سافروا مسافات طويلة) لقضاء يومين في كامبريدج في مناقشات مكثفة وتحفيزية للقضايا المشمولة في المخطط، وهُم: رودني بروكس، وديفيد كريستيان، وليون فويرث، وداني هيلليس، وميتش كابور، وفريدا كابور كلاين، وراي كورزويل، وجوزيف ناي، ودان شراغ، وفريد سبير.

وأنا أدين بالفضل أيضا إلى مجموعة متميزة من المراجعين الخبراء الذين أمضوا وقتا في قراءة أجزاء من كل المسودة الأولى للكتاب. وأعرب عن تقديري البالغ لمساعدتهم في تصويب الأخطاء، واقتراح مواد إضافية، وتقديم الفوارق الدقيقة، وتعزيز فهمي لمواضيع كانت في غياهب ذاكرتهم أكبر مما يمكن أن أتعلمه على الإطلاق، وهُم: غراهام أليسون، وروزينا بيربوم، وفينت سيرف، وبوب كوريل، وهيرمان دالي، وجاريد دايموند، وهارفي فينبيرغ، ودارغان فريرسون، وداني هيلليس، وراتان لال، ومايك ماكراكان، ودان شراغ، وبيث سايدنبيرغ، ولورا تايسون، وإي. أو. ويلسون.

فضلا عن عدد كبير من الخبراء الذين لم يبخلوا بوقتهم في إجراء محادثات مطوَّلة خلال عملية البحث، من بينهم راجي أسعد، وجودي بيكر، وتوماس بوتنر، وأندرو تشيرلين، وكاثرين كورتيس، وريتشارد هودس، وبول كابلوفيتز، وديفيد أوين، وهانس روسلينغ، وساسكيا ساسين، وآني ماري شنايدر، وجوني سيغر، وأودري سينغر.

في بعض الأحيان كنت أقرأ في قسم إعلانات الشكر والتقدير في كتب بعض المؤلفين بشأن الاعتراف بأن هؤلاء الأشخاص الذين يدينون بالامتنان إليهم لمساعدتهم لا يتحملون أي مسؤولية عن أي أخطاء لاتزال قائمة في الكتاب بعد نشره. وبالتأكيد فإن هذا الرأي ينطبق على هذا الكتاب.

أود أيضا أن أخص بالشكر ماغي فوكس، المدير التنفيذي في مشروع واقع المناخ؛ وجويل حياة، المؤسس المشارك والمدير التنفيذي لقناة كارنت تي. في. (تلفزيون الآن)؛ وجون دوير، الشريك الإداري في كلاينر بيركنز كوفيلد أند بايرز، إلى جانب ديفيد بلود في شركة الجيل وزملائي في جميع المنظمات الأربع، وذلك ليس فقط لدعمهم وتشجيعهم، وإنما أيضا لصبرهم في بعض الأحيان على تعديل الجدول الزمني للمكالمات والاجتماعات المحددة في جدول أعمالهم وذلك لتخصيص الوقت اللازم الذي طلبته منهم في أثناء عملي على الكتاب، وبخاصة خلال العامين الماضيين.

(إفصاح: بالإضافة إلى شركة إدارة استثمار الجيل، هناك 9 شركات أخرى، من ضمن 120 شركة مذكورة في النص، التي لدي فيها استثمار سواء مباشر أو غير مباشر، وهي: شركة آبل، شركة أوكسوجين Auxogyn، وبنك سيتزن، وكورسيرا Coursera، وفيسبوك، وغوغل، وبنك جي بي مورغان تشيس، وكاييما Kaiima، وتويتر).

شكر خاص لمات تايلور لإعارتي مجموعة رائعة جدا من ألواح الكتابة البيضاء العملاقة طوال فترة تنفيذ هذا المشروع.

وفي الختام، تولت بيث آلبرت، رئيسة هيئة الأركان في مكتبي الخاص في ناشفيل، مهمة تنسيق الفريق الذي ساعد على إنتاج هذا الكتاب، حتى إنها واصلت إدارة أنشطتي القائمة الأخرى. لقد أسهم كل فرد من طاقم الموظفين التابعين لي بالوقت والجهد لكي يرى هذا الكتاب النور، وهم: جوي شليشتر، وكلوديا هاسكي، وليزا بيرغ، زبيتسي مكمانوس، وجيل مارتن، وكريستي جيفرز، وجيسيكا كوكس، وخلال المراحل الأولى من العمل، كالي كريدر، وباتريك هاملتون، وأليكس ثورب. وقد قام بيل سيمونز بأكثر من الواجب المطلوب بكثير، من خلال إعداد وجبات طعام رائعة خلال جلسات العمل التي لا حصر لها في ناشفيل طوال هذه العملية الطويلة.

شكرا لكم جميعا!

هذا الكتاب...

إن زمننا هو زمن التغيير الثوري الذي لم يسبق له مثيل في التاريخ. وبالحماس نفسه الـذي قدمه في تحدي التغير المناخـي وبتجربته المديدة على مـدار عقود من الزمن في الخطوط الأمامية للسياسـة العالمية، يسـتعرض آل غور الآفاق الضبابية لمستقبل الأرض، ويقدم توقعات مدروسـة وجدية ومفعمة بالأمل في كتابه «المسـتقبل» الذي يحدِّد فيه ستة محركات أساسية للتغيير العالمي:

• أدت العولمة الاقتصادية المتزايدة باستمرار إلى نشوء ما سمّاه «شركة الأرض» - التي تعتـبر في نظره كيانـا كُليا متكاملا له علاقة جديدة ومختلفة عـن الماضي مع رأس المال، والعمل، والأسواق الاستهلاكية، والحكومات الوطنية.

• أدت الاتصـالات الرقميـة في جميع أنحاء العالم والإنترنت، وثورات الحاسـوب إلى ظهور «العقـل العالمي»، الذي يربط بين الأفكار والأحاسـيس لمليارات البشر، كما يربط الآلات الذكية، والروبوتات، وأجهزة الاستشعار المنتشرة في كل مكان، وقواعد البيانات.

• ميزان القوى السياسـية والاقتصادية والعسكرية العالمية يتحول بعمق أكثر من أي وقت مضى في السـنوات الخمسمائة الأخيرة - من النظام المركزي في الولايات المتحدة إلى نظام يمتلك مراكز ناشـئة متعددة للسلطة، ومن الحكومات الوطنية إلى الجهات الفاعلة في القطاع الخاص، ومن النظم السياسية إلى الأسواق.

• تقودنـا البوصلة الاقتصاديـة المعطلة والمصابة بالخلل إلى النمو غير المسـتدام في الاسـتهلاك، وتدفقات التلوث، واسـتنفاد الموارد الإسـتراتيجية لكوكب الأرض من التربة السطحية، والمياه العذبة، وأصناف الكائنات الحية.

• الجينوم، والتكنولوجيا الحيوية، وعلم الأعصاب، وثورات علوم الحياة تتحول بشكل جـذري في مجالات الطب والزراعة والعلوم الجزيئية - وتضع مفاتيح التحكم بالتطور في أيدي الإنسان.

• كان هنـاك اختلال جذري في العلاقة بين البشر والنظم الإيكولوجية الأرضية، جنبا إلى جنـب مع بدايـة التحول الثوري لأنظمة الطاقة، والزراعـة، والنقل، والبناء في جميع أنحاء العالم.

ومنذ الأيام الأولى لانخراطه في الشـأن العـام، كان آل غور يحذِّر من وعود الحقائق الناشئة ومخاطرها مهما بدت «مُرّة» بالنسبة إلينا.

كتاب «المسـتقبل»، بكل ما يحمله من عمق وبصيرة، يرسـم صـورة للعالم المقبل من وجهة نظر رجل استشرف آفاق المستقبل في السابق، وقد ثبت أنه كان على صواب مبين.

ISBN 978-99906-0-452-8
(رقم الإيداع 2015/258)